

IP & S-DE  
zugestellt  
am 16. Juni 2005  
(19) 世界知的所有権機関  
Frist 国際事務局

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(43) 国際公開日  
2004 年 1 月 15 日 (15.01.2004)

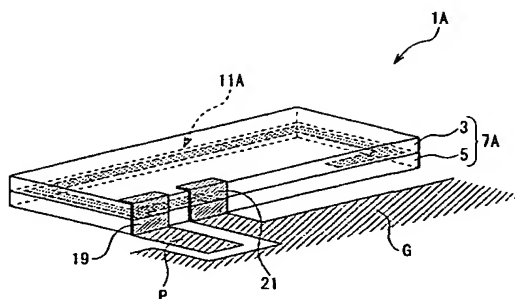
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/006385 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01Q 1/38 (74) 代理人: 新井 信昭 (ARAI, Nobuaki); 〒108-0014 東京都港区芝5-13-11 第2葉ビル601号 新井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008516
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 4 日 (04.07.2003) (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-197984 2002 年 7 月 5 日 (05.07.2002) JP  
特願2002-233789 2002 年 8 月 9 日 (09.08.2002) JP  
特願2002-243227 2002 年 8 月 23 日 (23.08.2002) JP  
特願2002-245121 2002 年 8 月 26 日 (26.08.2002) JP  
特願 2002-303101 2002 年 10 月 17 日 (17.10.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 太陽誘電株式会社 (TAIYO YUDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒110-0005 東京都台東区上野6丁目16番20号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡戸 広則 (OKADO, Hironori) [JP/JP]; 〒110-0005 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP).
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: DIELECTRIC ANTENNA, ANTENNA-MOUNTED SUBSTRATE, AND MOBILE COMMUNICATION MACHINE HAVING THEM THEREIN

(54) 発明の名称: 誘電体アンテナ、アンテナ実装基板及びそれらを内蔵する移動体通信機



(57) Abstract: A linear element (11A) is adjacently provided on a rectangular antenna forming face (9) of a dielectric base (7A) only along the periphery (9a, 9b, 9c, 9d) of the antenna forming face (9). A linear conductor (25) for impedance matching branches from the linear element (11A). Since the linear element (11A) adjoins only the periphery (9a, 9b, 9c, 9d) of the antenna forming face (9), the linear element (11A) does not adjoin itself. Therefore, since no interference that is likely to occur when it adjoins itself occurs, degradation of the radiation efficiency of the dielectric antenna (1A) and hindrance to widening of the band are prevented wherever possible.

[続葉有]

WO 2004/006385 A1



---

(57) 要約:

誘電体基体（７Ａ）が有する矩形のアンテナ形成面（９）上において、線状エレメント（１１Ａ）を、当該アンテナ形成面（９）の外周（９ａ、９ｂ、９ｃ、９ｄ）にのみ隣接して設ける。線状エレメント（１１Ａ）からは、インピーダンス整合用の線状導電体（２５）が分岐する。アンテナ形成面（９）の外周（９ａ、９ｂ、９ｃ、９ｄ）にのみ隣接しているため、線状エレメント（１１Ａ）同士が隣接することはない。このため、隣接すると生じやすい相互干渉が生じないため、誘電体アンテナ（１Ａ）の輻射効率の低下や広帯域化の妨げを可及的に排除することができる。

## 明 細 書

誘電体アンテナ、アンテナ実装基板及びそれらを内蔵する移動体通信機

## 5 技術分野

本発明は、携帯電話機や携帯無線通信機等に代表される移動体通信機が内蔵する誘電体アンテナ、アンテナ実装基板及びそれらを内蔵する移動体通信機に関するものである。

## 10 背景技術

近年における移動体通信機の普及とともに、携帯や移動のとき便利なように、その小型軽量化が望まれている。そのような移動体通信機が内蔵する電子部品群のうち、半導体集積回路等の小型化は急速に進んでいる。

しかしながら、アンテナの小型化が進まず、これが、移動体通信機を小型軽量化する上で妨げになっている。特開2000-196339号公報には、アンテナを小型化するために螺旋状又はミアンダ状に形成したエレメントが開示されている。ところが、限られたアンテナ形成面上に螺旋状又はミアンダ状のエレメントを形成すると、エレメント同士が隣接することになるため、両エレメント間の容量結合等による相互干渉を起こしかねない。両エレメント同士の相互干渉は、電波の輻射効率を低下させたり広帯域を妨げたりするため、できるだけ避けたい。本発明が解決しようとする課題は、上述した問題を解決することであって、小型でありながらエレメント間の相互干渉を抑制することにより、電波の輻射効率の低下と広帯域化の妨げを可及的に排除可能な誘電体アンテナ、アンテナ実装基板及びそれらを内蔵する移動体通信機を提供することにある。

## 25 発明の開示

上述した目的を達成するために本発明は、次に説明する構成を備えている。なお、何れかの発明を説明するに当たって行う用語の定義等は、その性質上可能な範囲において

他の発明にも適用されるものとする。

第1の発明に係る誘電体アンテナは、矩形のアンテナ形成面を有する誘電体基体と、当該アンテナ形成面上において当該アンテナ形成面外周にのみ隣接して延びる線状エレメントと、当該線状エレメントが含む少なくとも1個の屈曲部と、当該線状エレメントの基端部に接続した給電端子と、当該線状エレメントの基端部の近傍から当該アンテナ形成面上で分岐する線状導電体と、当該線状導電体の先端に接続したグランド端子と、を備えている。線状エレメントはアンテナ形成面外周にのみ隣接するため、線状エレメントの一部が他の部分に隣接することはない。

第1の発明に係る誘電体アンテナは、いわゆる逆F型アンテナである。線状エレメントは、矩形のアンテナ形成面外周のみに隣接して延びているため、アンテナ形成面上の領域を可及的に有効活用することができる。すなわち、線状エレメントが有する屈曲部をアンテナ形成面の角部に配し、同じく直線部材をアンテナ形成面の直線部（辺）に沿わせることにより、同じ面積内における他の形状の線状エレメントに比べてその長さを長く設定することができる。線状エレメントの長さを長く設定することにより、線状エレメントの共振周波数が下がるので、その分、アンテナ自体を小型化することができる。さらに、アンテナ形成面外周にのみ隣接しているため、線状エレメント同士が隣接することはない。このため、隣接すると生じやすい相互干渉が生じないため、アンテナの輻射効率の低下や広帯域化の妨げを可及的に排除することができる。

第2の発明に係る誘電体アンテナは、第1の発明に係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記屈曲部が、前記基端から先端に向かって順に位置する第1屈曲部と第2屈曲部と、からなり、前記線状エレメントが、当該基端と当該第1屈曲部との間に位置する第1部分と、当該第1屈曲部と当該第2屈曲部との間に位置する第2部分と、当該第2屈曲部と先端との間に位置する第3部分と、からなり、当該第1部分と当該第3部分とが、前記アンテナ形成面上において最大距離を隔てて対向している。すなわち、第1屈曲部と第2屈曲部のみを屈曲部とするため、線状エレメント自体がU字状（逆U字状）に類似する形状となり、第1部分と第3部分とが最大距離を隔てて対向する。

第2の発明に係る誘電体アンテナによれば、第1の発明に係る誘電体アンテナの作用効果に加え、線状エレメントが屈曲することにより生じる対向部分同士が干渉する度合いを可及的に少なくすることができる。すなわち、上記の第1部分と第3部分とがアンテナ形成面上において対向するが、そのときの両者間の距離ができるだけ遠くなるように設定してあるので、対向する第1部分と第3部分との間の相互干渉をアンテナ形成面上において最も効果的に排除することができる。

第3の発明に係る誘電体アンテナは、第1の発明に係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記屈曲部が、前記基端から先端に向かって順に位置する第1屈曲部と第2屈曲部と第3屈曲部と、からなり、前記線状エレメントが、当該基端と当該第1屈曲部との間に位置する第1部分と、当該第1屈曲部と当該第2屈曲部との間に位置する第2部分と、当該第2屈曲部と当該第3屈曲部との間に位置する第3部分と、当該第3屈曲部と当該先端との間に位置する第4部分と、からなり、当該第1部分と当該第3部分とが、前記アンテナ形成面上において最大距離を隔てて対向している、とともに当該第2部分と当該第4部分とが、当該アンテナ形成面上において最大距離を隔てて対向している。すなわち、第2の発明に係る誘電体アンテナの線状エレメントに第3屈曲部を加えた構成になっている。このため、第1部分と第3部分とが、同じく第2部分と第4部分とが、それぞれ最大距離を隔てて対向する。第3の発明に係る誘電体アンテナは、同じ広さのアンテナ形成面の上で第2の発明に係る誘電体アンテナより低い共振周波数に共振させようとする場合、及び狭い広さのアンテナ形成面上において第2の発明に係る誘電体アンテナの共振周波数と同じ周波数に共振させようとする場合に、特に有効である。

第3の発明に係る誘電体アンテナによれば、第1の発明に係る誘電体アンテナの作用効果に加え、線状エレメントが屈曲することにより生じる対向部分同士が干渉する度合いを可及的に少なくすることができる。すなわち、第1部分と第3部分とが、同じく第2部分と第4部分とが、それぞれアンテナ形成面上において対向するが、そのときの両者間における各々の距離ができるだけ遠くなるように設定してあるので、対向する第1部分と第3部分、及び第2部分と第4部分との間の相互干渉をアンテナ形成面上におい

て最も効果的に排除することができる。

第４の発明に係る誘電体アンテナは、第１の発明乃至第３の発明の何れかに係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記線状導電体の少なくとも一部が屈曲又は蛇行している。

- 5 第４の発明に係る誘電体アンテナによれば、第１の発明乃至第３の発明の何れかに係る誘電体アンテナの作用効果に加え、線状導電体の少なくとも１部を屈曲又は蛇行させることにより、同じアンテナ形成面上において実質的長さを長くすることができる。グラウンドと短絡する線状導電体は、線状エレメントの共振には寄与するが電波の輻射には寄与しないため、屈曲又は蛇行により導電体を隣接させても線状エレメントのような相互干渉を生じづらい。よって、屈曲又は蛇行させることが可能となり、これにより、限られた面積の中で実質的長さを長くすることができ、その分、特性に影響を与えることなくアンテナを小型化することができる。
- 10

- 第５の発明に係る誘電体アンテナは、第１の発明乃至第４の発明の何れかに係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記誘電体基体は４個の端面を有しており、前記給電端子を、当該４個の端面のうち何れかの端面に形成してあり、前記グラ  
15 ンド端子を、当該給電端子を形成した端面と対向する端面に形成してある。

- 第５の発明に係る誘電体アンテナによれば、第１の発明乃至第４の発明の何れかに係る誘電体アンテナの作用効果に加え、実装先の事情に合わせた形態の誘電体アンテナの提供が可能になる。すなわち、実装先の形態も様々であり、その中には、対抗配置した  
20 給電端子とグラウンド端子とを求めるものがあり得る。上記誘電体アンテナであれば、そのような実装先の実情に適合し得る。

- 第６の発明に係る誘電体アンテナは、第１の発明乃至第５の発明の何れかに係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記線状エレメントから分岐し、かつ、当該線状エレメントが共振可能な第１共振周波数とは異なる第２共振周波数に共振可  
25 能な線状副エレメントを備えている。線状エレメントは、アンテナ形成面外周に沿って延びているため、この線状エレメントが隣接又は包囲する部分が使用可能となる。この使用可能な部分はアンテナ設計の自由度を高めており、この部分を使用して線状副エレ

メントを形成することができる。

第6の発明に係る誘電体アンテナによれば、第1の発明乃至第5の発明の何れかに係る誘電体アンテナの作用効果に加え、線状副エレメントを備えることにより、誘電体アンテナ自体の共振周波数を、広帯域化したりデュアルバンド化したりすることができる。  
5。すなわち、第1共振周波数と第2共振周波数との異なりを、両者の中心周波数が僅かにずれる程度に設定すれば、誘電体アンテナ全体の共振周波数を前者と後者とを合わせて広帯域化することができる。また、共振周波数を十分に異ならせて第1共振周波数と第2共振周波数とを独立させると、デュアルバンドの誘電体アンテナとすることができる。

10 第7の発明に係る誘電体アンテナは、第6の発明に係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記線状副エレメントを、前記第2共振周波数の $1/2$ 波長で共振可能に設定してある。

第7の発明に係る誘電体アンテナによれば、第6の発明に係る誘電体アンテナの作用効果に加え、線状副エレメントが第2共振周波数の $1/2$ 波長で共振する。 $1/2$ 波長  
15 以外の波長、たとえば、1波長や $1/4$ 波長等を排除する趣旨ではない。

第8の発明に係る誘電体アンテナは、第6の発明又は第7の発明に係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記誘電体基体のアンテナ形成面が、第1アンテナ形成面と、当該第1アンテナ形成面とは異なる第2アンテナ形成面と、を含み、前記線状エレメントが、当該第1アンテナ形成面上に形成してあり、前記線状副エレメントが、当該第2アンテナ形成面上に形成してある。  
20

第8の発明に係る誘電体アンテナによれば、第6の発明又は第7の発明に係る誘電体アンテナの作用効果に加え、アンテナ形成面を異ならせることにより、同一である場合に比べて実質的に2倍の面積を確保できるため、線状エレメントと線状副エレメントの設計自由度を高めることができる。

25 第9の発明に係る誘電体アンテナは、第8の発明に係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記線状副エレメントの基端部に、結合部が設けてあり、当該結合部のみが、前記線状エレメントの途中部分とコンデンサ構造を介して結合している

。

第9の発明に係る誘電体アンテナによれば、誘電体アンテナは、いわゆる逆F型アンテナである。線状エレメントは、矩形のアンテナ形成面外周に隣接して延びているため、アンテナ形成面上の領域を可及的に有効活用することができる。すなわち、線状エレメントが有する屈曲部をアンテナ形成面の角部に配し、同じく直線部材をアンテナ形成面の直線部（辺）に沿わせることにより、同じ面積内における他の形状の線状エレメントに比べてその長さを長く設定することができる。線状エレメントの長さを長く設定することにより、線状エレメントの共振周波数が下がるので、その分、アンテナ自体を小型化することができる。さらに、この線状エレメントが包囲する部分が使用可能となる。

10 この使用可能な部分はアンテナ設計の自由度を高めており、この部分を使用すれば、誘電体基体の厚み方向における不必要な重なりを避けながら線状副エレメントを形成することができる。不必要な重なりを避けるのは、線状エレメントと線状副エレメントとの相互干渉を可及的に防止するためである。線状副エレメントは、コンデンサ構造を介した結合により線状エレメントと結合する。第1共振周波数と第2共振周波数との異なる

15 りを、両者の中心周波数が僅かにずれる程度に設定すれば、誘電体アンテナ全体の共振周波数を第1共振周波数と第2共振周波数とを合わせて広帯域化することができる。また、共振周波数を十分に異ならせて第1共振周波数と第2共振周波数とを独立させると、デュアルバンドの誘電体アンテナとすることができる。

第10の発明に係る誘電体アンテナは、第8の発明に係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記線状副エレメントの基端部に、結合部が設けてあり、当該結合部のみが、前記誘電体基体の厚み方向の一部又は全部を介して前記線状エレメントの途中部分と対向している。「結合部のみ」とは、線状副エレメントの結合部以外の部分が、誘電体基体の厚み方向の一部又は全部を介して線状エレメントの何れかの部分と対向していない、つまり、重なっていないことを意味する。

25 第10の発明に係る誘電体アンテナによれば、誘電体アンテナは、いわゆる逆F型アンテナである。線状エレメントは、矩形のアンテナ形成面外周に隣接して延びているため、アンテナ形成面上の領域を可及的に有効活用することができる。すなわち、線状エ



レメントが有する屈曲部をアンテナ形成面の角部に配し、同じく直線部材をアンテナ形成面の直線部（辺）に沿わせることにより、同じ面積内における他の形状の線状エレメントに比べてその長さを長く設定することができる。線状エレメントの長さを長く設定することにより、線状エレメントの共振周波数が下がるので、その分、アンテナ自体を小型化することができる。さらに、この線状エレメントが包囲する部分が使用可能となる。この使用可能な部分はアンテナ設計の自由度を高めており、この部分を使用すれば、誘電体基体の厚み方向における不必要な重なりを避けながら線状副エレメントを形成することができる。不必要な重なりを避けるのは、線状エレメントと線状副エレメントとの相互干渉を可及的に防止するためである。線状副エレメントは、誘電体基体の厚み方向一部又は全部を介して線状エレメントと結合する。第1共振周波数と第2共振周波数との異なりを、両者の中心周波数が僅かにずれる程度に設定すれば、誘電体アンテナ全体の共振周波数を第1共振周波数と第2共振周波数とを合わせて広帯域化することができる。また、共振周波数を十分に異ならせて第1共振周波数と第2共振周波数とを独立させると、デュアルバンドの誘電体アンテナとすることができる。

第11の発明に係る誘電体アンテナは、第8の発明乃至第10の発明の何れかに係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記線状副エレメントの基部と前記線状エレメントの途中とを連結する連結導電体を備え、当該連結導電体の一部又は全部を前記端面上に配してある。連結導電体は、線状副エレメントの一部を構成する。「一部又は全部」としたのは、たとえば線状エレメントが第1アンテナ形成面においてマージンなしでその外周に隣接している場合には連結導電体を第1アンテナ形成面上にまで延ばす必要はないため連結導電体の全部を積層誘電体の外周端面上に配することになるが、マージンがある場合はマージンの分だけ第1アンテナ形成面上に延びることになるため一部だけを外周端面上に配することになるからである。

第11の発明に係る誘電体アンテナによれば、誘電体アンテナは、いわゆる逆F型アンテナであって、第1共振周波数と第2共振周波数に少なくとも共振する。連結導電体の一部又は全部を外周端面上に配してあるため、線状エレメントから線状副エレメントに続く経路が、たとえば、誘電体層を貫通する場合に比べて長くなる。長くしただけ、

さらにアンテナ形成面上にある線状副エレメントの長さが短くなる。線状副エレメントの長さを短くすることにより、小型でありながらエレメント間の相互干渉を抑制が可能となる。そしてこの抑制が、電波の輻射効率の低下と広帯域化の妨げを可及的に排除する。

- 5      第12の発明に係る誘電体アンテナは、第11の発明に係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記第1アンテナ形成面を矩形に形成してあり、前記線状エレメントを、前記第1アンテナ形成面の外周に隣接するように形成してある。

第12の発明に係る誘電体アンテナによれば、第11の発明に係る誘電体アンテナの作用効果に加え、線状エレメントは、矩形のアンテナ形成面外周に隣接して延びているため、アンテナ形成面上の領域を可及的に有効活用することができる。すなわち、同じ面積内における他の形状の線状エレメントに比べてその長さを長く設定することができるので、その分、共振周波数が下がるため第1線状アンテナ自体を小型化することができる。さらに、また、連結導電体の存在により、その分だけ第2アンテナ形成面上にある線状副エレメントの長さを短くすることができる。

- 15      第13の発明に係る誘電体アンテナは、第8の発明に係る誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記線状副エレメントと前記線状エレメントとを結合する結合部を備え、前記線状エレメントと前記線状副エレメントの交差は、当該結合部のみである。

第13の発明に係る誘電体アンテナによれば、線状エレメントはアンテナ形成面外周に隣接するため、誘電体基体の厚み方向において線状エレメントに囲まれる部分が余白となる。この余白部分を使って線状副エレメントを形成すれば、結合部を除いて線状エレメントと交差させずに（重ならせずに）済む。このため、余分な交差により生じるエレメント間の相互干渉がないため、小型ながら輻射効率のよい広帯域なアンテナとなる。相互干渉がないことは、さらに線状エレメントの調整を線状副エレメントとの調整から独立させることを容易化する。すなわち、一方の調整が他方の調整に及ぼす影響を少なくして調整を簡単なものにする。給電端子に給電された高周波電流は、そのまま線状エレメントの先端方向に流れるか、途中から結合部を介して線状副エレメントの先端方

向に流れる。

第 1 4 の発明に係る誘電体アンテナは、第 1 3 の発明に係る誘電体アンテナの構成に  
限定を加えたものであって、前記結合部を、前記誘電体基体の厚み方向における一部又  
は全部を挟んで前記線状エレメントと対向する前記線状副エレメントの基端部により構  
5 成してある。

第 1 4 の発明に係る誘電体アンテナによれば、第 1 3 の発明に係る誘電体アンテナの  
作用効果に加え、線状エレメントと線状副エレメントとの結合が、誘電体基体の一部又  
は全部を介して行われる。これにより、両エレメントは容量結合により結合される。

第 1 5 の発明に係る誘電体アンテナは、第 1 3 の発明に係る誘電体アンテナの構成に  
10 限定を加えたものであって、前記結合部を、前記線状副エレメントの基端部と前記線状  
エレメントの途中とを連結する連結導電体と、により構成してあり、当該連結導電体の  
一部又は全部を前記端面上に配してある。

第 1 5 の発明に係る誘電体アンテナによれば、第 1 3 の発明に係る誘電体アンテナの  
作用効果に加え、線状エレメントと線状副エレメントとの結合が、後者の基端部と連結  
15 導電体とにより行われる。

第 1 6 の発明に係る誘電体アンテナは、第 8 の発明乃至第 1 5 の発明の何れかに係る  
誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記誘電体基体が、単数の誘電体  
層からなり、前記第 1 アンテナ形成面が当該誘電体層の一方の面であり、前記第 2 アン  
テナ形成面が当該誘電体層の他方の面である。つまり、1 枚の誘電体層の表と裏の両面  
20 をアンテナ形成面とする。

第 1 6 の発明に係る誘電体アンテナによれば、第 8 の発明乃至第 1 5 の発明のいづれ  
かに係る誘電体アンテナの作用効果に加え、誘電体基体を構成する誘電体層は、コンデ  
ンサ構造を介した結合のための用いることができる。したがって、コンデンサ構造を介  
した結合をさせるために特別な構造は不要である。特別な構造が不要な分、誘電体アン  
25 テナが小型化する。

第 1 7 の発明に係る誘電体アンテナは、第 8 の発明乃至第 1 5 の発明の何れかに係る  
誘電体アンテナの構成に限定を加えたものであって、前記誘電体基体が、複数の誘電体

層からなる積層体であり、前記第1アンテナ形成面と前記第2アンテナ形成面とを、同一又は異なる誘電体層上に形成してある。誘電体基体を単層とすることを妨げる趣旨ではなく、たとえば、誘電体基体の製造上、エレメント形成の都合上、積層体とすることが有利である場合に、そのようにすることを妨げない趣旨である。

- 5 第17の発明に係る誘電体アンテナによれば、第8の発明乃至第15の発明のいずれかに係る誘電体アンテナの作用効果に加え、誘電体基体を積層体とすることにより、単層の場合に比べ、その製造を行いやすいし、積層する層数を増減することにより誘電体基体自体の厚みを調整しやすい。

- 10 第18の発明に係る誘電体アンテナは、アンテナ形成面を有する誘電体基体と、当該アンテナ形成面上において当該アンテナ形成面外周に隣接して延びるとともに、第1共振周波数に共振可能な線状エレメントと、当該線状エレメント基端部に接続した給電端子と、当該線状エレメント基端部の近傍から分岐する線状導電体と、当該線状導電体先端に接続したグランド端子と、当該アンテナ形成面上に形成された、当該第1共振周波数とは異なる第2共振周波数に共振可能な線状副エレメントと、を備え、当該線状副エレメント基端が、当該線状エレメントの途中部分とコンデンサ構造を介して結合している。すなわち、線状副エレメントは線状エレメントと同一のアンテナ形成面上に形成してあり、両者はコンデンサ構造により結合してある。
- 15

- 20 第18の発明に係る誘電体アンテナによれば、誘電体アンテナは、いわゆる逆F型アンテナである。線状エレメントは、矩形のアンテナ形成面外周に隣接して延びているため、アンテナ形成面上の領域を可及的に有効活用することができる。すなわち、線状エレメントが有する屈曲部をアンテナ形成面の角部に配し、同じく直線部材をアンテナ形成面の直線部（辺）に沿わせることにより、同じ面積内における他の形状の線状エレメントに比べてその長さを長く設定することができる。線状エレメントの長さを長く設定することにより、線状エレメントの共振周波数が下がるので、その分、アンテナ自体を
- 25 小型化することができる。さらに、この線状エレメントが包囲する部分が使用可能となる。線状副エレメントは、コンデンサ構造を介した結合により線状エレメントと結合する。第1共振周波数と第2共振周波数との異なりを、両者の中心周波数が僅かにずれる

程度に設定すれば、誘電体アンテナ全体の共振周波数を第1共振周波数と第2共振周波数とを合わせて広帯域化することができる。また、共振周波数を十分に異ならせて第1共振周波数と第2共振周波数とを独立させると、デュアルバンドの誘電体アンテナとすることができる。

- 5 第19の発明に係る移動体通信機は、第1乃至第18の何れかの発明に係る誘電体アンテナを内蔵する。この移動体通信機の例として、携帯電話機や通信機能を備える小型コンピュータなどがある。

第19の発明に係る移動体通信機によれば、第1の発明乃至第18の発明の何れかの誘電体アンテナを内蔵しており、これらの誘電体アンテナは、前述したように従来のものに比べて小型化が図られている。このため、このような誘電体アンテナを内蔵する移動体通信機は、誘電体アンテナが小型化した分、小型化すること、または、同じ大きさでも内部に余裕を設けることが可能となる。

- 第20の発明に係るアンテナ実装基板は、底辺を有する横長の実装面と、当該実装面上において当該底辺に沿って隣接するチップアンテナ及びグランド部と、を含み、当該チップアンテナと当該底辺との間の当該実装面上に、一端を当該グランド部にのみ接続した所望長さの線状導体が設けてある。底辺は、当該アンテナ実装基板を被搭載体（たとえば、小型コンピュータ）に搭載する際に、この被搭載体に向かう側の辺（縁）のことをいう。実装面の形状は、底辺を有するものであればその形状に特別な限定はないが、横長の矩形（長方形）が一般的である。チップアンテナのアンテナ構造に制限はないが、たとえば、ホイップアンテナ、逆Lアンテナ、逆Fアンテナ、その他の線状アンテナや面状アンテナが挙げられる。線状導体は、その一端をグランド部のみに接続してあるのであって、アンテナ実装基板上の他の部分やアンテナ実装基板以外の部分（たとえば、被搭載体）には接続されないように構成してある。接続先の影響を受けさせないためである。線状導体はグランド部と一体のものであってもよいし、別体のものであってもよい。たとえば、導電ペースト等を用いてグランド部とともにパターン形成してもよいし、搭載面上に設けた導線により構成してもよい。線状導体の厚み（高さ）に制限はない。チップアンテナの厚みより薄くてもよいし厚くてもよい。

第20の発明に係るアンテナ実装基板によれば、それを被搭載体に搭載した際に、線状導体の働きにより、チップアンテナが被搭載体からの影響を減らすことができる。このため、チップアンテナと被搭載体との距離を短くすることができ、これがアンテナ実装基板の小型化に貢献する。さらに、被搭載体の影響が少ないため、取付環境の変化があっても、安定した性能を出すことができる。

第21の発明に係るアンテナ実装基板は、第20の発明に係るアンテナ実装基板の構成に限定を加えたものであって、前記チップアンテナが、前記グランド部側に位置する一方の端面と、当該一方の端面の反対側に位置する他方の端面と、を含み、前記線状導体の一端と反対側の他端が、当該他方の端面を通して前記底辺に下ろした垂線を横切るように形成してある。すなわち、チップアンテナと底辺との間には線状導体しかない、状態に構成してある。

第21の発明に係るアンテナ実装基板によれば、第20の発明に係るアンテナ実装基板の作用効果に加え、チップアンテナと底辺との間に、長さ方向において不足なく線状導体が位置するので、横切らない場合（不足又は短い場合）に比べて搭載した際に被搭載体から受ける影響をより確実に阻止することができる。

第22の発明に係るアンテナ実装基板は、第20の発明又は第21の発明の何れかに係るアンテナ実装基板の構成に限定を加えたものであって、前記線状導体が、前記グランド部と一体である。

第22の発明に係るアンテナ実装基板によれば、第20の発明又は第21の発明に係るアンテナ実装基板の作用効果に加え、線状導体とグランド部を一体に形成するほうが別々に形成するより工程数が減るため、製造がより簡単になる。

第23の発明に係るアンテナ実装基板は、第22の発明に係るアンテナ実装基板の構成に限定を加えたものであって、前記線状導体と前記グランド部とを、導体パターンにより構成してある。導体パターンは、たとえば、導電パターンを塗布することにより、またエッチングにより不要部分を取り除くことにより、形成することが可能である。

第23の発明に係るアンテナ実装基板によれば、第22の発明の何れかに係るアンテナ実装基板の作用効果に加え、線状導体とグランド部を導体パターンにより構成するの

で、薄くしかも手間を掛けずにアンテナ実装パターンを製造することができる。

第 2 4 の発明に係るアンテナ実装基板は、第 2 0 の発明乃至第 2 3 の発明の何れかに  
係るアンテナ実装基板の構成に限定を加えたものであって、前記底辺全長に沿って前記  
実装面を所望形状に露出させてなる絶縁用露出部を設けてある。絶縁用露出部の形状に  
5 制限はなく、たとえば、グランド部の形状に合わせて幅が狭くなったり広くなったりす  
ることを妨げない。

第 2 4 の発明に係るアンテナ実装基板によれば、第 2 0 の発明乃至第 2 3 の発明の何  
れかに係るアンテナ実装基板の作用効果に加え、絶縁用露出部があることにより線状導  
体やグランド部が実装面の底辺に臨むことがない。このため、アンテナ実装基板を導体  
10 である被搭載体に接触させても、線状導体、或いはグランド部が被搭載体と電氣的に短  
絡せず、これが、アンテナ実装基板全体の安定した動作に貢献する。

第 2 5 の発明に係るアンテナ実装基板は、第 2 4 の発明に係るアンテナ実装基板の構  
成に限定を加えたものであって、前記絶縁用露出部が線状に形成してある。

第 2 5 の発明に係るアンテナ実装基板によれば、第 2 4 の発明に係るアンテナ実装基  
15 板の作用効果に加え、絶縁露出部を線状に形成したことにより、その部分の幅（高さ）  
を可及的に小さくすることができる。この結果、アンテナ実装基板全体の高さ寸法を抑  
えられるので、その分、小型化に貢献する。

第 2 6 の発明に係るアンテナ実装基板は、第 2 0 の発明乃至第 2 5 の発明の何れかに  
係るアンテナ実装基板の構成に限定を加えたものであって、前記チップアンテナが、誘  
20 電体層の上にエレメントを形成してなる誘電体アンテナである。

第 2 6 の発明に係るアンテナ実装基板によれば、第 2 0 の発明乃至第 2 5 の発明の何  
れかに係るアンテナ実装基板の作用効果に加え、チップアンテナとして誘電体アンテナ  
を採用することにより、アンテナ実装基板のさらなる小型化とチップアンテナの効率的  
な製造を実現する。すなわち、誘電体アンテナは、その誘電体層に導電ペースト等によ  
25 りエレメントを形成するのが一般的であるところ、導線によりエレメントを形成する場  
合に比べてより小型のアンテナとすることができる。また、誘電体アンテナの製造は、  
一般に誘電体アンテナの集合体を分割することにより行われており、その理由は、1 個

1 個作る場合に比べて、効率的な点にある。チップアンテナの効率的な製造は、アンテナ実装基板の製造の効率化を促す。

第 27 の発明に係る通信装置は、第 20 乃至第 26 の何れかの発明に係るアンテナ実装基板を内蔵する。通信装置としては、たとえば、小型コンピュータ、PDA (Personal Digital Aid)、携帯電話、アマチュア用・業務用の小型無線機がある。

第 27 の発明に係る通信装置によれば、第 20 の発明乃至第 26 の発明の何れかに係るアンテナ実装基板を内蔵しており、これらのアンテナ実装基板が小型であるため、その内蔵スペースが比較的小さくて済む。さらに、アンテナ実装基板が被搭載体である通信機の影響を受けづらいので、それだけ調整が楽であり効率のよい通信を行うことが可能となる。

第 28 の発明に係る通信装置は、第 27 の発明に係る通信装置に限定を加えたものであって、前記通信装置が小型コンピュータである。

第 28 の発明に係る通信装置によれば、第 27 の発明に係る通信装置の作用効果に加え、アンテナ実装基板が小型であるため、限られたスペースしかない小型コンピュータに内蔵させることができ、内蔵したときに小型コンピュータの金属フレームからの影響を受けづらい。

#### 図面の簡単な説明

20 第 1 図は、第 1 実施形態に係る誘電体アンテナの斜視図である。

第 2 図は、誘電体基体の構造を示す斜視図である。

第 3 図は、第 2 図に示す誘電体アンテナの上層基板を省略した状態の平面図である。

第 4 図は、第 3 図に示す誘電体アンテナの第 1 変形例を示す平面図である。

第 5 図は、第 3 図に示す誘電体アンテナの第 1 変形例を示す平面図である。

25 第 6 図は、第 2 図に示す誘電体アンテナの第 2 変形例を示す斜視図である。

第 7 図は、第 3 図に示す誘電体アンテナの第 2 変形例を示す平面図である。

第 8 図は、第 2 実施形態に係る誘電体アンテナの斜視図である。



第9図は、第8図に示す誘電体アンテナの上層基板を省略した平面図である。

第10図は、誘電体アンテナ周波数特性を示す図表である。

第11図は、第2実施形態の変形例に係る誘電体アンテナを示す斜視図である。

第12図は、第2実施形態の変形例に係る誘電体アンテナを示す斜視図である。

5 第13図は、第12図に示す誘電体アンテナの上層基板を省略した平面図である。

第14図は、第3実施形態に係る誘電体アンテナの斜視図である。

第15図は、第14図に示す誘電体アンテナの分解斜視図である。

第16図は、第14図に示す誘電体アンテナの上層基板を省略した平面図である。

第17図は、第2線状エレメントの等価回路を示す図である。

10 第18図は、第14図に示すアンテナの周波数特性を示す図表である。

第19図は、第3実施形態の第1変形例に係る誘電体アンテナであって、上層基板を省略した平面図である。

第20図は、他の結合手段を備える誘電体アンテナの分解斜視図である。

第21図は、他の結合手段を備える誘電体アンテナの分解斜視図である。

15 第22図は、第4実施形態に係る誘電体アンテナの斜視図である。

第23図は、積層誘電体の構造を示す斜視図である。

第24図は、第23図に示す誘電体アンテナの上層基板を省略した状態の平面図である。

第25図は、誘電体アンテナの周波数特性を示す図表である。

20 第26図は、第4実施形態の第1変形例を示す斜視図である。

第27図は、第4実施形態の第2変形例を示す平面図である。

第28図は、第5実施形態に係る誘電体アンテナの斜視図である。

第29図は、第28図に示す誘電体アンテナの分解斜視図である。

25 第30図は、第28図に示す誘電体アンテナの上層基板を省略した状態の平面図である。

第31図は、誘電体アンテナの周波数特性を示す図表である。

第32図は、第5実施形態の変形例に係る誘電体アンテナの分解斜視図である。

第 3 3 図は、第 3 2 図に示す誘電体アンテナの上層基板を省略した状態の平面図である。

第 3 4 図は、誘電体アンテナの取付状況を示す斜視図である。

第 3 5 図は、誘電体アンテナの取付状況を示す斜視図である。

5 第 3 6 図は、誘電体アンテナの取付状況を示す斜視図である。

第 3 7 図は、誘電体アンテナを内蔵する携帯電話機の斜視図である。

第 3 8 図は、第 1 実施形態に係るアンテナ実装基板を備える小型コンピュータの正面図である。

第 3 9 図は、第 3 8 図に示すアンテナ実装基板の拡大図である。

10 第 4 0 図は、第 3 9 図に示すアンテナ実装基板の斜視図である。

第 4 1 図は、第 2 実施形態に係るアンテナ実装基板を示す正面図である。

第 4 2 図は、第 4 1 図に示すアンテナ実装基板の斜視図である。

第 4 3 図は、移動体通信機の一例である小型コンピュータの正面図である。

## 15 発明を実施するための最良の形態

第 1 図乃至第 3 図に基づいて、第 1 実施形態に係る誘電体アンテナについて説明する。誘電体アンテナ 1 A は、誘電体セラミック材料からなる絶縁性の上層基板 3 と、下層基板 5 と、を積層してなる誘電体基体 7 A を備えている。上層基板 3 と下層基板 5 とは、平面視したときに同じ大きさの長方形（矩形）に形成してあるため、両者を積層して

20 なる誘電体基体 7 A は直方体形状になる。下層基板 5 の上面（上層基板 3 と対向する面）の前面は、アンテナを形成するためのアンテナ形成面 9 を形成している。下層基板 5 が長方形であることから、アンテナ形成面 9 も長方形（矩形）になる。誘電体基体 7 A を積層体により構成したのは、下層基板 5 上に形成するエレメント等（後述）を、上層基板 3 により被覆することが、そのエレメント等を保護する上で好ましいからである。

25 誘電体基体 7 A は 2 層構造としたが、上層基板 3 を省略して単層構造としてもよい。また、他の基板をさらに積層して 3 層又は 4 層以上の構造としてもよい。さらに、各基板は単層体であってもよいし、積層体であってもよい。誘電体基体 7 A を直方体形状に形

成したのは、いわゆるダイサーカット等による多数個取りをし易くするためであって、これら以外の形状に形成できることはいうまでもない。

第2図及び第3図に示すように、アンテナ形成面9上には、このアンテナ形成面9の外周(9a, 9b, 9c, 9d)にのみ隣接する(沿う)線状エレメント11Aを形成してある。線状エレメント11の形成は、導電ペーストを印刷することにより行うのが便利であり、その際の印刷ズレを吸収するために外周9a, 9b, 9c, 9dとの間にマージンm, m(第3図参照)を残しておくことが好ましい。多少の印刷ズレが生じて

第2図及び第3図に示すように、線状エレメント11Aは、第1部分13、第2部分14、第3部分15及び第4部分16から構成してある。線状エレメント11Aの第1部分13は基端12と第1屈曲部k1との間に位置する部分であり、同じく第2部分14は第1屈曲部k1と第2屈曲部k2との間に位置する部分である。さらに、同じく第3部分15は第2屈曲部k2と第3屈曲部k3との間に位置する部分であり、同じく第4部分16は第3屈曲部k3と開放端17との間に位置する部分である。換言すると、第1部分13は外周9aに、第2部分14は外周9bに、第3部分15は外周9cに、及び第4部分16は外周9dに、それぞれ隣接している。これに加え、各屈曲部k1, k2, k3は、アンテナ形成面9の各角部に位置させてあるので、線状エレメント11Aは、アンテナ形成面9上において、その外周9a, 9b, 9c, 9dに沿って外巻き状に延びている。線状エレメント11Aの基端12は、第1図乃至第3図に示すように、誘電体基体7Aの端面に形成した給電端子19に接続してある。給電端子19の形成は、誘電体基体7Aの端面に導電性ペーストを塗布することにより行うのが一般的である。

上記のように、線状エレメント11Aを外巻き状に形成したのは、同じ面積のアンテナ形成面上に形成する場合であっても、外巻き状に形成していない他の形状の線状エレメントに比べて遠回りすることになるので、遠回りの分だけその長さを長くすることができるからである。線状エレメントの長さが長くなれば、その分、その分共振周波数が下がるので、同じ面積の中で低い周波数に共振させることができる。これを言い換える

と、同じ周波数をより小さな面積の中で共振させることができるので、結果として、アンテナ自体が小型化する。さらに、線状エレメント 11 A を外巻き状に形成することにより、対向する第 1 部分 13 と第 3 部分 15 との距離 A (第 3 図参照)、及び、第 2 部分 14 と第 4 部分 16 との距離 B が、それぞれアンテナ形成面 9 上において最大となる。  
5 距離が最大であるため、同じアンテナ形成面 9 上における第 1 部分 13 と第 3 部分 15、及び第 2 部分 14 と第 4 部分 16 との間の相互干渉を効果的に排除することが可能となる。

他方、アンテナ形成面 9 の面積をより小さくして誘電体基体 7 A 自体を小型化するためには、たとえば、第 3 図における第 2 部分 14 を短くすることにより第 2 屈曲部 k2  
10 及び第 3 屈曲部 k3 を同図に示す位置から左側に移動させ、第 2 部分 14 を短くした分の長さに等しい長さ分だけ第 4 部分 16 を長くし、そして誘電体基体の必要なくなった同図に示す右側部分を削除する方法が考えられる。この方法を採用すると、アンテナ形成面 9 (誘電体基体 7 A) 自体は小さくなるが、第 4 部分 16 が長くなったことにより、長くなった分の全部をアンテナ形成面 9 内に収めきれなくなる場合があり得る。この  
15 場合は、この第 4 部分 16 の一部を上方向 (第 2 部分 14 がある方向) に折り曲げる必要が出てくる。第 4 部分 16 の折り曲げた部分は、第 1 部分 13 に隣接する平行部分となる。すると、第 1 部分 13 と第 4 の部分 16 の折り曲げた部分との間で干渉が生じやすくなり、生じた場合は、その干渉がアンテナ特性に悪影響を与える恐れがある。さらに、小さい面積の中に長いエレメントを収めるための他の方法として、線状エレメント  
20 11 A を部分的に蛇行させる (ミアンダ状に形成する) ことも考えられるが、そのようにすると、エレメント同士が部分的に隣接することにより相互干渉が生じ、やはりアンテナ特性に悪影響を与えかねない。よって、本実施形態では、上記した構成を採用していない。

線状エレメント 11 A は、第 1 周波数 (第 1 周波数帯) である 2.4 GHz 帯に共振  
25 可能な長さ (1/4 波長) に形成してあり、開放端 17 の位置を第 3 図の左右方向ずらすことにより、つまり、線状エレメント 11 A の全長を加減することにより共振周波数の調整を行うようになっている。2.4 GHz 帯より高い周波数に共振させる場合は線

状エレメント 11A の実効長を短くする方向に、逆に第 1 周波数より低い周波数帯に共振させる場合は同じく実効長を長くする方向に移動させればよい。第 1 周波数として 2.4 GHz 帯を設定したのは、現在において同周波数が携帯電話機等に使用されているからであり、必要に応じて他の周波数（たとえば、2.0 GHz、5.0 GHz）を設定することを妨げるものではない。

第 1 図乃至第 3 図に基づいて、線状導電体について説明する。アンテナ形成面 9 上に設けた線状導電体 25 は、給電点である給電端子 19 におけるインピーダンス整合を取るための導電体である。線状導電体 25 は、線状エレメント基端 12 近傍の分岐点 23 から分岐当該アンテナ形成面上で分岐しており、その先端は、誘電体基体 7A の端面に設けたグランド端子 21 に屈曲部 27 を介して接続してある。線状導電体 25 は、線状エレメント 11A と別工程により形成することもできるが、導電ペーストを用いて線状エレメント 11A と同時に印刷形成するほうが便利である。給電点インピーダンスの調整は、分岐点 23 の位置を線状エレメント 11A の長さ方向にずらすことにより行うことができる。さらに、線状導電体 25 は、線状エレメント 11A の共振に寄与する部分でもあるので、その長さを調整することにより線状エレメント 11A の共振周波数の調整ができる。他方、線状導電体 25 は電波の輻射には寄与しないので、線状エレメント 11A に隣接させても相互干渉を生じさせる恐れはない。また、相互干渉の恐れがないことから、その一部を屈曲又は蛇行等させることにより、同じアンテナ形成面 9 上において線状導電体 25 の長さを長くすることも可能である。なお、グランド端子 21 の形成は、給電端子 19 と同様に、誘電体基体 7A の端部に導電性ペーストを塗布することにより行うのが便利である。

下層基板 5 の裏面（第 3 図の紙面裏側の面）には、誘電体アンテナ 1A を、親基板（図示を省略）にしっかりとハンダ付けするためのダミー電極（図示を省略）を設けてある。親基板（図示を省略）に実装する際には、給電端子 19 は親基板の給電部 P に、グランド端子 21 は同じくグランド部 G に、それぞれハンダ付けにより接続する。

第 4 図及び第 5 図を参照しながら、第 1 実施形態の第 1 変形例について説明する。すなわち、第 4 図に示す誘電体アンテナ 1B は、基本的に前述した誘電体アンテナ 1A（

第1図乃至第3図参照)と同じ構造を備えている。両者が異なるのは、誘電体アンテナ1 Bの線状エレメント1 1 Bの全長が、第3図に示す誘電体アンテナ1 Aの線状エレメント1 1 Aの全長よりも短い点、すなわち、前者のほうが後者より共振周波数が高い点である。線状エレメント1 1 Bは、第3図に示す線状エレメント1 1 Aから第3屈曲部k 3以下の部分を省略したものと同等な構造を有しており、第1屈曲部k 1及び第2屈曲部k 2の二つの屈曲部のみを備えている。すなわち、線状エレメント1 1 Bは、アンテナ形成面9上において、その外周9 a, 9 b, 9 cに沿って外巻き状に延び、その開放端1 7は外周9 dに対向する位置にある。誘電体アンテナ1 Bの作用効果は、共振周波数が異なる点を除き、先に説明した誘電体アンテナ1 Aの作用効果と同じである。

- 10 第5図に示す誘電体アンテナ1 Cも、基本的に上述した誘電体アンテナ1 A(第1図乃至第3図参照)と同じ構造を備えている。両者が異なるのは、誘電体アンテナ1 Cの線状エレメント1 1 Cの全長を、第4図に示す誘電体アンテナ1 Bの線状エレメント1 1 Bの全長よりもさらに短くしたことである。誘電体アンテナ1 Bよりも、さらに高い周波数に共振するアンテナを製造する場合には、誘電体アンテナ1 Cのような構造を採用することが可能である。線状エレメント1 1 Cは、第4図に示す線状エレメント1 1 Bから第2屈曲部k 2以下の部分を省略したものと同等な構造を有しており、自身が備える屈曲部は第1屈曲部k 1のみである。すなわち、線状エレメント1 1 Cは、アンテナ形成面9上において、その外周9 a, 9 bに沿って外巻き状に延び、その開放端1 7は外周9 dに対向する位置にある。誘電体アンテナ1 Cの作用効果も、共振周波数が異なる点を除き先に説明した誘電体アンテナ1 A(誘電体アンテナ1 B)の作用効果と同じである。

- 25 第6図及び第7図を参照しながら、第1実施形態の第2変形例について説明する。第2変形例は、給電端子がグランド端子と入れ替わっている点において、前述した実施形態と異なる。すなわち、誘電体アンテナ1 Dは、上層基板3と下層基板5とからなる誘電体基体7 Dを備え、下層基板5の上面全域はアンテナ形成面9を構成している。アンテナ形成面9上には線状エレメント1 1 Dを形成してあり、線状エレメント1 1 Dは、その基端をアンテナ形成面9の外周9 a上に有している。基端から始まる線状エレメント

ト 1 1 D は、第 7 図に示すように、第 1 屈曲部 k 3 1 を介して同図上方向に延び、第 2 屈曲部 3 2 k を介してアンテナ形成面 9 の外周 9 b に沿って延びている。さらに、第 3 屈曲部 3 3 k は、線状エレメント 1 1 D を同図下方に進路変更させ、第 4 屈曲部 k 3 4 は同図左方向に進路変更させる。これにより、線状エレメント 1 1 D は、アンテナ形成面 9 の外周 9 c 及び 9 d に沿って延びることになる。開放端 1 7 が、線状エレメント 1 1 D の終点である。この結果、第 1 部分 1 3 と第 3 部分 1 5 がアンテナ形成面 9 上で最大距離 A' を隔てて対向し、第 2 部分 1 4 と第 4 部分 1 6 が同じく最大距離 B' を隔てて対向している。対向する距離が最大であるため、同じアンテナ形成面 9 上における第 1 部分 1 3 と第 3 部分 1 5、及び第 2 部分 1 4 と第 4 部分 1 6 との間の相互干渉をアンテナ形成面 9 上において最も効果的に排除可能となる。この効果的な干渉排除という作用効果は、先に説明した本実施形態が奏する作用効果と同じである。

第 7 図に示すように、第 2 屈曲部 k 3 2 は、線状エレメント 1 1 D から線状導電体 2 5 が分岐する分岐点としての役割も持っており、この第 2 屈曲部 k 3 2 から同図右方向に線状エレメント 1 1 D が延び、同じく左方向に線状導電体 2 5 が延びている。第 2 屈曲部 k 3 2 から見た線状導電体 2 5 の先端は、グランド端子 2 1 を介してグランド部 G に接続可能に構成してある。他方、線状エレメント 1 1 D (第 1 部分 1 3) の基端は、給電端子 1 9 を介して給電部 P に接続可能に構成してある。線状導電体 2 5 の長さ調整は、第 6 図に示すグランド部 G の接続端子 G a をリーフ状に形成するとともに、グランド端子 2 1 を幅広に形成しておき、前者と後者の接続点 G p を同図に示す双方向矢印 T 方向にスライドさせることにより行うようにする。つまり、第 6 図に示すように、グランド端子 2 1 の右端の位置に接続点 G p を設定すると、グランド端子 2 1 を流れる電流路は矢印 7 5 a で示すようになるが、同じく左端の位置に設定すると電流路は矢印 7 5 b で示すようになる。同図から明らかなように、矢印 7 5 a の方が矢印 7 5 b よりも長い。つまり、接続点 G p の設定位置を変化させることにより電流路の長さを調整可能となるので、これを利用して接続点 G p を最良点に設定することができる。

第 8 図乃至第 13 図を参照しながら、第 2 実施形態について説明する。なお、第 2 実施形態以下において、前述した第 1 実施形態で挙げた部材と共通する部材については、

第1実施形態で使用した符号と同じ符号を使用する。第2実施形態に係る誘電体アンテナ1Eが、第1図乃至第3図に示す誘電体アンテナ1Aと異なるのは、後者が有していない線状副エレメントを前者が有している点である。この誘電体アンテナ1Eは、誘電体基体7Eを主要部材とする。誘電体基体7Eは、上層基板3と下層基板5の2層からなり、下層基板5の上面全域はアンテナ形成面9を形成している。各基板は単層体でもよいし積層体でもよいことは、第1実施形態の場合と同じである。アンテナ形成面9上には、第1周波数（第1周波数帯）に共振可能な長さ（ $1/4$ 波長）に形成した線状エレメント（第1線状エレメント）11Eを備えている。ここまでは、第1図乃至第3図に示す誘電体アンテナ1Aの線状エレメント11Aと同じである。線状エレメント11Eは、その途中の分岐点90から分岐する線状の線状副エレメント（第2線状エレメント）91Eを備えている。線状副エレメント91Eは、アンテナ形成面9上において、分岐して線状エレメント11Eに対して垂直方向に突き出し、その後、第4屈曲部k44及び第5屈曲部k45を介して開放端92まで延びている。アンテナ形成面9上における線状エレメント11Eは、第1実施形態を説明する欄で述べたように、アンテナ形成面9上でその外周に沿った外巻き形状に形成してある。このため、アンテナ形成面9は、線状エレメント11Eに囲まれた部分が中庭のように空いているため、それだけ設計の自由度が高い。線状副エレメント91Eは、その空いている中庭部分を用いて自由な形状に形成が可能である。とはいえ、屈曲させたり蛇行させたりすると、隣接エレメント間で干渉が生じやすいことは前述した通りであるから、できるだけ直線部と屈曲部のみにより構成することが好ましい。

ここで、給電部Pから供給される高周波電流は、線状エレメント11Eの基端12から第1屈曲部k41、第2屈曲部k42、第3屈曲部k43、そして開放端17へと順に流れる。他方、線状副エレメント91Eを流れる高周波電流は、基端12から第1屈曲部k41を抜け、分岐点90から線状副エレメント91Eへ流れ、第4屈曲部k44、第5屈曲部k45、そして開放端92へと順に流れる。線状副エレメント91Eは、第1周波数とは異なる第2周波数に共振可能な長さに設定してある。インピーダンスの整合や共振周波数の調整は、分岐点90を線状エレメント11Eの長さ方向に移動させる



ことにより行う。線状副エレメント 9 1 E の形成は、線状エレメント 1 1 E 及び線状導電体 2 5 とともに、導電性ペーストを塗布することにより行うのが便利である。なお、線状エレメント 1 1 E の形状は、その共振周波数に応じて第 4 図や第 5 図に示す形状としてもよい。さらに、第 6 図及び第 7 図に示すような位置に給電端子及びグランド端子を設けてもよい。

第 2 実施形態における線状エレメント 1 1 E は、上述したように第 1 周波数（第 1 周波数帯）に共振可能な長さ（ $1/4$  波長）に形成してあり、線状副エレメント 9 1 E は、第 1 周波数とは異なる第 2 周波数（第 2 周波数帯）に共振可能な長さに形成してある。第 1 周波数と第 2 周波数との関係は、誘電体アンテナ 1 E の使用目的に合わせて決定する。すなわち、第 10 図（a）に示すように、線状エレメント 1 1 E の共振周波数  $F_1$  と線状副エレメント 9 1 E の共振周波数  $F_2$  とを近接させることにより、たとえば、 $VSWR 2$  以下の帯域  $F$  を得られるように設定すれば、線状副エレメント 9 1 E を設けることにより誘電体アンテナ 1 E 全体の周波数帯域を、設けない場合に比べて広帯域のものとすることができる。また、第 10 図（b）に示すように、第 1 共振周波数  $F_1$  と第 2 共振周波数  $F_2$  とを適度に離すことにより、誘電体アンテナ 1 E を二つの周波数に共振させること、つまり、デュアルバンド化することができる。発明者が行った実験によれば、前者の場合における第 1 共振周波数  $F_1$  を、たとえば、 $1.98 \text{ GHz}$  とした場合に、第 2 共振周波数を  $2.10 \text{ GHz}$  とすることにより、 $VSWR 2$  以下の帯域を  $1.92 \sim 2.17 \text{ GHz}$  のように広帯域化することができた。同じく後者の場合においては、ノートパソコンや LAN カードのような無線通信に使用される  $2.45 \text{ GHz}$  を第 1 共振周波数  $F_1$  とし、同じく  $5.25 \text{ GHz}$  を第 2 共振周波数  $F_2$  とするデュアルバンド化を実現することができた。

第 11 図乃至第 13 図を参照しながら、第 2 実施形態の変形例について説明する。本変形例が第 2 実施形態と異なるのは、線状副エレメントの形成位置である。すなわち、前述した第 2 実施形態においては、線状エレメント 1 1 E 及び線状副エレメント 9 1 E の両者を、一つのアンテナ形成面 9 上に形成してある。他方、本変形例においては、これらを別々の形成面上に形成してある。つまり、本変形例における誘電体アンテナ 1 F

は、誘電体基体 7 F を主要部品とする。誘電体基体 7 F は、上層基板 3、中層基板 4 及び下層基板 5 の 3 層からなる。中層基板 4 の上面全域は、アンテナ形成面（第 1 アンテナ形成面） 9 を形成しており、下層基板 5 の上面全域は、副アンテナ形成面（第 2 アンテナ形成面） 10 を形成している。アンテナ形成面 9 上には線状エレメント 11 F を、  
5 副アンテナ形成面 10 上には線状副エレメント 91 F を、それぞれ形成してある。線状エレメント 11 F 及び線状副エレメント 91 F の基本的構造は、第 2 実施形態に係る線状エレメント 11 E 及び線状副エレメント 91 E のそれとほぼ同じである。ただ、線状エレメント 11 F は、その分岐点 113 から外周 9b 方向に突き出す凸部 114 を備えており、この凸部 114 が中層基板 4 の端面に形成した端面エレメント 115 を介して  
10 線状副エレメント 91 F に連結させてある点が異なる。

換言すると、線状副エレメント 91 F は、端面エレメント 115 と凸部 114 を介して分岐点 113 に合流するわけであるから、その分だけエレメント長が長い。逆にいえば、その長い分だけエレメント長を短くすることができることになる。アンテナ形成面 9 が十分な広さを持たないためそこに線状副エレメント 91 F を形成しづらい場合や、  
15 副アンテナ形成面 10 上に形成可能ではあるが他のエレメントとの干渉を避ける等の理由からできるだけ短く形成したい場合などに特に有効である。

第 14 図乃至第 21 図を参照しながら、第 3 実施形態について説明する。まず、第 14 図乃至第 16 図に基づいて、第 3 実施形態に係る誘電体アンテナの概略構造について説明する。誘電体アンテナ 1 G は、誘電体セラミック材料からなる絶縁性の上層基板 3  
20 と中層基板 4 と下層基板 5 を積層した誘電体基体 7 G を備えている。上層基板 3 と中層基板 4 と下層基板 5 とは平面視したときに同じ大きさの長方形（矩形）に形成してあるため、両者を積層してなる誘電体基体 7 G は直方体形状になる。中層基板 4 の上面（上層基板 6 の下面と対向する面）には、アンテナを形成するための第 1 アンテナ形成面 9 が形成してあり、また、下層基板 5 の上面（中層基板 4 の下面と対向する面）には、第  
25 1 アンテナ形成面 9 とは異なるアンテナ形成面である第 2 アンテナ形成面 10 を形成している。第 1 アンテナ形成面 9 は、中層基板 4 の上面の代わりに中層基板 4 の下面（中層基板 4 の上面の反対の面）や下層基板 5 の下面に形成してもよい。第 1 アンテナ形成

面 9 を下層基板 5 に形成するとともに、第 2 アンテナ形成面 10 を中層基板 4 に形成することもできる。下層基板 5 及び中層基板 4 が長方形であることから、第 1 アンテナ形成面 9 及び第 2 アンテナ形成面 10 も、それぞれ長方形（矩形）になる。上層基板 3 を設けたのは、第 1 アンテナ形成面 9 上に形成するエレメント等（後述）を被覆することが、そのエレメント等を保護する上で好ましいからである。誘電体基体 7 G は 3 層構造としたが、上層基板 3 を省略して 2 層構造としてもよい。また、他の層基板をさらに積層して 4 層又は 5 層以上の構造としてもよい。誘電体基体 7 G を直方体形状に形成したのは、いわゆるダイサーカット等による多数個取りをし易くするためであって、これら以外の形状に形成できることはいうまでもない。

10 第 15 図及び第 16 図に示すように、第 1 アンテナ形成面 9 には、この第 1 アンテナ形成面 9 の外周（9 a、9 b、9 c、9 d）に隣接する（沿う）線状（帯状）の第 1 線状エレメント 11 G を形成してある。第 1 線状エレメント 11 G の形成は、導電ペーストを印刷することにより行うのが便利であり、その際の印刷ズレを吸収するために外周 9 a、9 b、9 c、9 d との間にマージンを残しておくことが好ましい。

15 第 15 図及び第 16 図に示すように、第 1 線状エレメント 11 G は、第 1 部分 13、第 2 部分 14、第 3 部分 15 及び第 4 部分 16 から構成してある。第 1 線状エレメント 11 G の第 1 部分 13 は基端部 12 と第 1 屈曲部 k1 との間に位置する部分であり、同じく第 2 部分 14 は第 1 屈曲部 k1 と第 2 屈曲部 k2 との間に位置する部分である。さらに、同じく第 3 部分 15 は第 2 屈曲部 k2 と第 3 屈曲部 k3 との間に位置する部分で  
20 あり、同じく第 4 部分 16 は第 4 屈曲部 k4 と開放端 17 との間に位置する部分である。換言すると、第 1 部分 13 は外周 9 a に、第 2 部分 14 は外周 9 b に、第 3 部分 15 は外周 9 c に、及び第 4 部分 16 は外周 9 d に、それぞれ隣接している。これに加え、各屈曲部 k1、k2、k3 は、第 1 アンテナ形成面 9 の各角部に位置させてあるので、第 1 線状エレメント 11 G は、第 1 アンテナ形成面 9 上において、その外周 9 a、9 b  
25 、9 c、9 d に沿って外巻き状に延びている。第 1 線状エレメント 11 G の基端部 12 は、第 14 図乃至第 16 図に示すように、誘電体基体 7 G の端面に形成した給電端子 19 に接続してある。給電端子 19 の形成は、誘電体基体 7 G の端面に導電性ペーストを

塗布することにより行うのが一般的である。

上記のように、第1線状エレメント11Gを外巻き状に形成したのは、同じ面積のアンテナ形成面上に形成する場合であっても、外巻き状に形成していない他の形状の第1線状エレメントに比べて遠回りすることになるので、遠回りの分だけその長さを長くすることができるからである。第1線状エレメントの長さが長くなれば、その分共振周波数が下がるので、同じ面積の中で低い周波数に共振させることができる。これを言い換えると、同じ周波数をより小さな面積の中で共振させることができるので、結果として、アンテナ自体が小型化する。さらに、第1線状エレメント11Gを外巻き状に形成することにより、対向する第1部分13と第3部分15との距離、及び、第2部分14と第4部分16との距離が、それぞれ第1アンテナ形成面9上において最大となる。距離が最大であるため、同じ第1アンテナ形成面9上における第1部分13と第3部分15、及び第2部分14と第4部分16との間の相互干渉を効果的に排除することが可能となる。

他方、アンテナ形成面10の面積をより小さくして誘電体基体7G自体を小型化するためには、たとえば、第16図における第2部分14を短くすることにより第3屈曲部k3及び第4屈曲部k4を同図に示す位置から左側に移動させ、第2部分14を短くした分の長さに等しい長さ分だけ第4部分16を長くし、そして誘電体基体の必要なくなった部分を削除する方法が考えられる。この方法を採用すると、アンテナ形成面10（誘電体基体7G）自体は小さくなるが、第4部分16が長くなったことにより、長くなった分の全部をアンテナ形成面10内に収めきれなくなる。このため、この第4部分16の一部を上方向（第2部分14がある方向）に折り曲げる必要が出てくる。第4部分16の折り曲げた部分は、第1部分13に隣接する平行部分となる。すると、第1部分13と折り曲げた部分との間で干渉が生じやすくなり、生じた場合は、その干渉がアンテナ特性に悪影響を与える恐れがある。さらに、小さい面積の中に長いエレメントを収めるための他の方法として、第1線状エレメント11Gを部分的に蛇行させる（ミアンダ状に形成する）ことも考えられるが、そのようにすると、エレメント同士が部分的に隣接することにより相互干渉が生じ、やはりアンテナ特性に悪影響を与えかねない。よ

って、本実施形態では、上記した構成を採用していない。

第1線状エレメント11Gは、第1周波数（第1周波数帯）である2.4GHz帯に共振可能な長さ（1/4波長）に形成してあり、開放端17の位置を第16図の左右方向ずらすことにより、つまり、第1線状エレメント11Gの全長を加減することにより共振周波数の調整を行うようになっている。2.4GHz帯より高い周波数に共振させる場合は第1線状エレメント11Gの実効長を短くする方向に、逆に第1周波数より低い周波数帯に共振させる場合は同じく実効長を長くする方向に移動させればよい。第1周波数として2.4GHz帯を設定したのは、現在において同周波数が無線LAN等

5 使用されているからであり、必要に応じて他の周波数（たとえば、2.0GHz、5.0GHz）に設定することを妨げるものではない。

10

第14図乃至第16図に基づいて、線状導電体について説明する。第1アンテナ形成面9上に設けた線状導電体25は、給電点である給電端子19におけるインピーダンス整合を取るための導電体である。線状導電体25は、第1線状エレメント基端部12の近傍の分岐点23から第1アンテナ形成面9上で分岐しており、その先端は、誘電体基

15 体7Gの端面に設けたグランド端子21に屈曲部27を介して接続してある。線状導電体25は、第1線状エレメント11Gと別工程により形成することもできるが、導電ペーストを用いて第1線状エレメント11Gと同時に印刷形成するほうが手間が省けて便利である。給電点インピーダンスの調整は、分岐点23の位置を第1線状エレメント11Gの長さ方向にずらすことにより行うことができる。さらに、線状導電体25は、第

20 1線状エレメント11Gの共振に寄与する部分でもあるので、その長さを調整することにより第1線状エレメント11Gの共振周波数の調整もできる。他方、線状導電体25は電波の輻射には寄与しないので、第1線状エレメント11Gに隣接させても相互干渉を生じさせる恐れは少ない。このため、その一部を屈曲又は蛇行等させることにより、同じアンテナ形成面9上において線状導電体25の長さを実質的に長くすることも可能

25 である。なお、グランド端子21の形成は、給電端子19と同様に、誘電体基体7Gの端部に導電性ペーストを塗布することにより行うのが一般的である。

下層基板5の裏面（第15図の紙面裏側の面）には、誘電体アンテナ1G自体を、親

基板（図示を省略）等にしっかりとハンダ付けするためのダミー電極（図示を省略）を設けてある。親基板（図示を省略）に実装する際には、給電端子 19 は親基板の給電部 P に、グランド端子 21 は同じくグランド部 G に、それぞれハンダ付けにより接続する。

- 5      第 14 図乃至第 16 図に示すように、下層基板 5 の第 2 アンテナ形成面 10 上には、線状（帯状）の第 2 線状エレメント 91 G を形成してある。この第 2 線状エレメント（線状副エレメント） 91 G は、結合部 33 と、この結合部 33 と連続する第 2 エレメント本体 35 とを備え、第 2 線状エレメント 91 G はその途中に段部 37 を備えている。段部 37 を設けたのは、主として第 2 線状エレメント 91 G の長さを稼ぐためである。
- 10      結合部 33 は、所定の長さ（面積）に渡って第 1 線状エレメント 11 G の途中部分である結合部 18 と中層基板 4 を介して対向するように配してある。これにより、結合部 33 は、誘電体である中層基板 5 を介して第 1 線状エレメント 11 G の結合部 18 との間でコンデンサ構造を形成している。第 17 図に、第 2 線状エレメント 91 G の等価回路を示す。第 17 図に示す等価回路においては、コンデンサ構造と並列に或いは並列に僅
- 15      かなりアクタンスが生じ得るが、ここではこれらは複雑化を避けるために省略してある。第 2 線状エレメント 91 G の結合部 33 と第 1 線状エレメント 11 G の結合部 18 との間の対向面積の大小は、両者の整合に影響する。これらは、中層基板 4 とともにコンデンサ構造を形成しているからである。この点は、後述する。

- ここで、給電部 P から供給される高周波電流は、第 1 線状エレメント 11 G の基端部
- 20      12 から第 1 屈曲部 k1、第 2 屈曲部 k2、第 3 屈曲部 k3、そして開放端 17 へと順に流れる。他方、第 2 線状エレメント 91 G を流れる高周波電流は、基端部 12 から結合部 18、中層基板 4、結合部 33 を介して、その開放端 92 へと流れる。第 2 線状エレメント 91 G は、第 1 周波数とは異なる第 2 周波数に共振可能な長さ（本実施形態では、 $1/2$  波長）に設定してある。第 2 線状エレメントを第 2 周波数の  $1/2$  波長に共振可能な長さに設定すると、給電部 P 付近の電圧が最大になる。この場合、給電点インピーダンスは、 $50\Omega$  より遥かに大きくなる。第 2 線状エレメント 91 G と第 1 線状エレメント 11 G との間にコンデンサ構造を形成したのは、この大きな給電点インピーダ
- 25

ンスを $50\Omega$ に近づけて整合させるためである。インピーダンスの整合は、第2線状エレメント91Gの結合部33の第1線状エレメント11Gの結合部18に対する対向面積を調整することにより行う。この調整とともに、又はこの調整の変わりに中層基板4の厚みを変化させて整合を図ってもよい。

- 5 第2線状エレメント91Gの共振周波数の調整は、結合部18、33の位置を第1線状エレメント11G上の、たとえば、第1部分13において長さ方向に移動させることにより行う。基端部12から結合部18までの長さを長くすればするほど第2線状エレメント91Gの実質的長さが長くなり、逆に短くすればするほど短くなる。第2線状エレメント91Gの形成は、第1線状エレメント11G及び線状導電体25とともに、導電性ペーストを塗布することにより行うのが便利である。なお、第2アンテナ形成面10の代わりに第1アンテナ形成面9に第2線状エレメント91Gを形成するとともに、第1線状エレメント11G及び線状導電体25を第2アンテナ形成面10に形成することができる。単なる設計変更であって、実質上の違いがないからである。

- 第1周波数と第2周波数との関係は、誘電体アンテナ1Gの使用目的に合わせて決定する。すなわち、第18図(a)に示すように、第1線状エレメント11G共振周波数F1と第2線状エレメント91Gの共振周波数F2とを近接させることにより、たとえば、VSWR2以下の帯域Fを得られるように設定すれば、第2線状エレメント91Gを設けることにより誘電体アンテナ1G全体の周波数帯域を、設けない場合に比べて広帯域のものとすることができる。また、第18図(b)に示すように、第1共振周波数F1と第2共振周波数F2とを適度に離すことにより、誘電体アンテナ1Gを二つの周波数に共振させること、つまり、デュアルバンド化することができる。発明者が行った実験によれば、前者の場合における第1共振周波数F1を、たとえば、 $1.98\text{GHz}$ とした場合に、第2共振周波数を $2.10\text{GHz}$ とすることにより、VSWR2以下の帯域を $1.92\sim 2.17\text{GHz}$ のように広帯域化することができた。同じく後者の場合においては、ノートパソコンやLANカードのような無線通信に使用される $2.45\text{GHz}$ を第1共振周波数F1とし、同じく $5.25\text{GHz}$ を第2共振周波数F2とするデュアルバンド化を実現することができた。

第19図に基づいて、第3実施形態の第1変形例について説明する。第1変形例が第3実施形態と異なるのは、主としてエレメントの形状である。以下、異なる点について説明し、両者間で共通する点についてはその説明を省略する。第19図に示す誘電体アンテナ1Hは、誘電体セラミック材料からなる絶縁性の上層基板（図示を省略）と下層基板5と中層基板4とを積層した誘電体基体7Hを備えている。誘電体基体7Hは、直  
5 方体形状に形成してある。下層基板5の上面及び中層基板4の上面は、アンテナを形成するためのアンテナ形成面9及び10を形成している。誘電体基体7Hは3層構造としたが、上層基板を省略して2層構造としてもよい。また、他の層基板をさらに積層して4層又は5層以上の構造としてもよい。誘電体基体7Hは、その端面に給電端子19と  
10 グランド端子21とを備えている。給電端子19を設けた端面（外周9b側の端面）は、グランド端子21を設けた端面（外周9d側の端面）と対向させてある。この結果、誘電体アンテナ1Hの下方には、グランド端子21だけが位置することになる。

グランド端子21だけを下方に位置させたのは、誘電体アンテナ1Hの実装先の事情に合わせるためである。その実装先として、たとえば、第43図に示す小型コンピュー  
15 タ501がある。小型コンピュータ501はLCD503を有しており、このLCD503の内部にはフレーム505が組み込まれている。このフレーム505の右肩上に誘電体アンテナ1Hを、第19図に示す設置方向で実装する場合を考える。小型コンピュータ501がアンテナに求める条件は、フレーム505から紙面上方への突出量をできるだけ小さくすることである。LCD503自体を小型化するためである。この点、第  
20 19図に示す誘電体アンテナ1Hの給電端子19には高周波用のコネクタ107やケーブル109等が接続されるが、これらは誘電体アンテナ1Hの側方（第43図の左側）に配置させることができるので上方への突出量に直接影響しない。他方、グランド端子21はグランドGに接続するだけでよいので、比較的小さいスペースで足りる。フレーム505をグランドとして使用する場合もある。この例から理解されるように、誘電体  
25 アンテナ1Hは、その幅方向の突出量が少なく済むので、上記した小型コンピュータ501等に設置するアンテナとして最適である。

第19図に示すように、アンテナ形成面9上には、このアンテナ形成面9の外周（9



b, 9 c, 9 d) に隣接する (沿う) 線状 (帯状) エLEMENT 11 H を形成してある。第1線状ELEMENT 11 H の形成は、導電ペーストを印刷することにより行うのが便利であり、その際の印刷ズレを吸収するために外周 9 b, 9 c, 9 d との間にマージンを残しておくことが好ましい。

- 5 第1線状ELEMENT 11 H は、給電端子 19 に接続した基端部 12 から外周 9 b に沿って延びる第1部分 13 と、屈曲部 K1 を介して外周 9 c に沿って延びる第2部分 14 と、屈曲部 K2 を介して外周 9 d に沿って延びる第3部分 15 と、を有している。第1線状ELEMENT 11 H をアンテナ形成面の外周 9 b ~ 9 d に沿って外巻きに形成したのは、前述した第1線状ELEMENT 11 G (第16図参照) の場合と同様に、同じ面積の
- 10 アンテナ形成面上に形成する場合であっても、外巻き状に形成していない他の形状の第1線状ELEMENT に比べて遠回りすることになるので、遠回りの分だけその長さを長くすることができる等の理由による。第1線状ELEMENT 11 H は、第1周波数 (たとえば 2.4 GHz 帯) に共振可能な長さ (1/4 波長) に形成してある。

- 第19図における符合 25 は、インピーダンス整合用の線状導電体を示している。線
- 15 状導電体 25 は、第1線状ELEMENT 11 H の基端部 12 近傍の分岐点 23 から分岐してグランド端子 21 に接続してある。線状導電体 25 は、その一部分をアンテナ形成面 9 の外周 9 a に沿わせ、他の部分をミアンダ状に形成してある。ミアンダ状に形成したのは、限られた面積の中で長さを稼ぐためであるから、十分な面積がある場合には直線状に形成してもよい。線状導電体 25 は、第1線状ELEMENT 11 H と別工程により形
- 20 成してもよいが、導電ペーストを用いて第1線状ELEMENT 11 H と同時に印刷形成するとよい。その方が、形成の手間が省けるからである。給電点インピーダンスの調整は、分岐点 23 の位置をずらすことにより行う。さらに、線状導電体 25 は、第1線状ELEMENT 11 G の共振に寄与する部分でもあるので、その長さを調整することにより第1線状ELEMENT 11 H の共振周波数の調整もできる。

- 25 下層基板 5 の裏面 (第19図の紙面裏側の面) には、誘電体アンテナ 1 H を、親基板 (図示を省略) にしっかりとハンダ付けするためのダミー電極 (図示を省略) を設けてある。親基板 (図示を省略) に実装する際には、給電端子 19 は親基板の給電部 P に、

グラウンド端子 21 は同じくグラウンド部 G に、それぞれハンダ付けにより接続する。

第 19 図に示すように、下層基板 5 の第 2 アンテナ形成面 10 上には、線状（帯状）第 2 線状エレメント 91 H を形成してある。この第 2 線状エレメント（線状副エレメント）91 H は、結合部 33 と、この結合部 33 と連続する第 2 エレメント本体 35 とを備え、その途中に段部 37 を備えている。段部 37 を設けたのは、主として第 2 線状エレメント 91 H の長さを実質的に長くするためである。結合部 33 は、所定の長さ（面積）に渡って第 1 線状エレメント 11 H の結合部 18 と対向するように配してある。つまり、結合部 33 は、誘電体である中層基板 4 を介して第 1 線状エレメント 11 H の結合部 18 との間でコンデンサ構造を形成している。第 2 線状エレメント 91 H の結合部 33 と第 1 線状エレメント 11 H の結合部 18 との間の対向面積の大小は、両者の整合に影響する。すなわち、前者の結合部 33 の長さ（面積）を大きくしたり小さくしたりすることによりインピーダンスが変化するので、それを適性値に設定することにより整合させる。

第 20 図及び第 21 図を参照しながら、第 3 実施形態の第 2 変形例について説明する。第 2 変形例が第 3 実施形態と異なるのは、主として、第 1 線状エレメントと第 2 線状エレメントとを結合するための結合手段である。以下、異なる点について説明し、両者間で共通する点についてはその説明を省略する。第 20 図に示す誘電体アンテナ 1 J が第 16 図に示す誘電体アンテナ 1 G と異なるのは、誘電体基体である誘電体層 2 の一方の面を第 1 アンテナ形成面 9 としそこに第 1 線状エレメント 11 J を形成すると共に、他方の面を第 2 アンテナ形成面 10 としそこに第 2 線状エレメント 91 J を形成してある点である。第 1 線状エレメント 11 J は第 2 線状エレメント 91 J と誘電体層 2 を介したコンデンサ構造を形成してあり、前者は第 1 共振周波数に後者は第 2 共振周波数にそれぞれ共振するように構成してある。第 20 図に示す誘電体層 2 は単層であるが、これ自体を複数層としてもよいし、誘電体層 2 以外の層を設けてもよい。

第 21 図に示す誘電体アンテナ 1 K は、誘電体基体である誘電体層 2 の一方の面をアンテナ形成面 9 とし、そこに第 1 線状エレメント 11 K と第 2 線状エレメント 91 K の双方を形成してある。第 2 線状エレメント 91 K の基端は第 1 線状エレメント 11 K の

途中部分とコンデンサ（コンデンサ構造）Cを介して結合させてある。結合度合いの調整は、コンデンサCの値を変化させることにより行うのが便利である。第1線状エレメント11Kは第1共振周波数に、第2線状エレメント91Kは第2共振周波数に、それぞれ共振可能に構成してある。誘電体層2自体を複数層としてもよいし、誘電体層2以外5の層を設けてもよい。

第22図乃至第26図を参照しながら、第4実施形態について説明する。まず、第22図乃至第24図に基づいて、第4実施形態に係る誘電体アンテナの概略構造について説明する。誘電体アンテナ1Lは、誘電体セラミック材料からなる絶縁性の上層基板3と中層基板4と下層基板5を積層した直方体状の積層誘電体7Lを備えている。これらの基板の各々は、単層体でもよいが、積層体であってもよい。図面では、作図の便宜上、各基板を単層体として描いてある。上層基板3と中層基板4と下層基板5は、何れも平面視したときに同じ大きさの長方形（矩形）に形成してあるため、三者を積層してなる積層誘電体7Lは直方体形状になる。下層基板5の上面（中層基板4と対向する面）は、後述する第2線状エレメント（線状副エレメント）を形成するための第2アンテナ形成面10としてある。また、中層基板4の上面（上層基板3と対向する面）は、同じく後述する第1線状エレメントを形成するための第1アンテナ形成面9としてある。上層基板3はアンテナを形成するためのものではなく、第1アンテナ形成面9上に形成する第1線状エレメント等を保護することを主目的とする誘電体層である。積層誘電体7Lは3層構造としたが、上層基板3を省略して2層構造としてもよい。また、他の層基板20をさらに積層して4層又は5層以上の構造としてもよい。積層誘電体7Lを直方体形状に形成したのは、いわゆるダイサーカット等による多数個取りをし易くするためであって、これら以外の形状に形成できることはいうまでもない。

第23図及び第24図に示すように、第1アンテナ形成面9上には、この第1アンテナ形成面9の外周（9a、9b、9c、9d）にのみ隣接する（沿う）第1線状エレメント11Lを形成してある。第1線状エレメント11Lの形成は、導電ペーストを印刷することにより行うのが便利であり、その際の印刷ズレを吸収するために外周9a、9b、9c、9dとの間にマージンを残しておくことが好ましい。他方、多少の印刷ズレ

が生じて問題がない場合や、それ自体が不要なのであれば、マージンを残す必要はない。

第23図及び第24図に示すように、第1線状エレメント11Lは、第1部分13、第2部分14、第3部分15及び第4部分16から構成してある。第1線状エレメント11Lの第1部分13は基端部12と第1屈曲部k1との間に位置する部分であり、同じく第2部分14は第1屈曲部k1と第2屈曲部k2との間に位置する部分である。さらに、同じく第3部分15は第2屈曲部k2と第3屈曲部k3との間に位置する部分であり、同じく第4部分16は第3屈曲部k3と開放端17との間に位置する部分である。換言すると、第1部分13は外周9aに、第2部分14は外周9bに、第3部分15は外周9cに、及び第4部分16は外周9dに、それぞれ隣接している。これに加え、各屈曲部k1、k2、k3は、第1アンテナ形成面9の各角部に位置させてあるので、第1線状エレメント11Lは、第1アンテナ形成面9上において、その外周9a、9b、9c、9dに沿って外巻き状に延びている。第1線状エレメント11Lの基端部12は、第22図乃至第24図に示すように、積層誘電体7Lの端面に形成した給電端子19に接続してある。給電端子19の形成は、積層誘電体7Lの端面に導電性ペーストを塗布することにより行うのが一般的である。

上記のように、第1線状エレメント11Lを外巻き状に形成したのは、同じ面積のアンテナ形成面上に形成する場合であっても、外巻き状に形成していない他の形状の第1線状エレメントに比べて遠回りすることになるので、遠回りの分だけその長さを長くすることができるからである。第1線状エレメントの長さが長くなれば、その分共振周波数が下がるので、同じ面積の中で低い周波数に共振させることができる。これを言い換えると、同じ周波数をより小さな面積の中で共振させることができるので、結果として、アンテナ自体が小型化する。さらに、第1線状エレメント11Lを外巻き状に形成することにより、対向する第1部分13と第3部分15との距離、及び、第2部分14と第4部分16との距離が、それぞれ第1アンテナ形成面9上において最大となる。距離が最大であるため、同じ第1アンテナ形成面9上における第1部分13と第3部分15、及び第2部分14と第4部分16との間の相互干渉を効果的に排除することが可能と

なる。

第22図乃至第24図に基づいて、線状導電体について説明する。第1アンテナ形成面9上に設けた線状導電体25は、給電点である給電端子19におけるインピーダンス整合を取るための導電体である。線状導電体25は、第1アンテナ形成面9上において、第1線状エレメント11Lの基端部12の近傍の連結部23から分岐しており、その先端は、積層誘電体7Lの端面に設けたグランド端子21に屈曲部27を介して接続してある。線状導電体25は、第1線状エレメント11Lと別工程により形成することもできるが、導電ペーストを用いて第1線状エレメント11Lと同時に印刷形成するほうが便利である。給電点インピーダンスの調整は、連結部23の位置を第1線状エレメント11Lの長さ方向にずらすことにより行うことができる。さらに、線状導電体25は、第1線状エレメント11Lの共振に寄与する部分でもあるので、その長さを調整することにより第1線状エレメント11Lの共振周波数の調整ができる。他方、線状導電体25は電波の輻射には寄与しないので、第1線状エレメント11Lに隣接させても相互干渉を生じさせる恐れはない。また、相互干渉の恐れがないことから、その一部を屈曲又は蛇行等させることにより、同じ第2アンテナ形成面10上において線状導電体25の長さを長くすることも可能である。なお、グランド端子21の形成は、給電端子19と同様に、積層誘電体7Lの端部に導電性ペーストを塗布することにより行うのが便利である。

第22図乃至第24図に示すように、第2線状エレメント91Lは、第2アンテナ形成面10上において、外周10b（第23図参照）に基端部43から垂直に内方に突き出し、その後、屈曲部37介して開放端92まで延びている。第1線状エレメント11Lは、先に述べたように、第1アンテナ形成面9上でその外周に沿った外巻き形状に形成してあるため、第1アンテナ形成面9は、第1線状エレメント11Lに囲まれた部分が中庭のように空いている。第2線状エレメント91Lは、この空いている中庭部分を用いて自由な形状に形成が可能であって、上記形状に限られない。とはいえ、屈曲させたり蛇行させたりすると、隣接エレメント間で干渉が生じやすいことは前述した通りであるから、できるだけ直線部と屈曲部のみにより構成することが好ましい。

第1線状エレメント11Lは、その途中に連結部18を有しており、この連結部18に帯状の連結導電体29の一端を結合してある。この連結導電体29の他端は、中層基板4の外周端面を経由して第2線状エレメント91Lの基端部43に結合してある。第23図に示す連結導電体29は、中層基板4だけでなく、下層基板5と上層基板5の外周端面にも延びている。これは、本実施形態の連結導電体29を導電性ペーストの塗布により形成しており、その際に中層基板4だけでなく他の基板にも形成したほうが塗布が簡単だからそうしたまでである。連結導電体29のうち、中層基板4に係る部分だけの塗布又は他の手段による形成ができるのであれば、当該部分以外の他の部分は、これを省略してもよい。連結導電体29のうち中層基板4に係る部分は、第2線状エレメント91Lの一部を構成する。よって、この連結導電体29の分だけ、第2アンテナ形成面10上にある第2線状エレメント91Lの長さが短くなる。

ここで、給電部Pから第1線状エレメント11Lに供給される高周波電流は、給電端子19を経て基端部12から第1屈曲部k1、第2屈曲部k2、第3屈曲部k3、そして開放端17へと順に流れる。他方、第2線状エレメント91Lを流れる高周波電流は、基端部12から第1屈曲部k1へ抜け、さらに、連結部18から連結導電体29に入り、屈曲部37から開放端92へと順に流れる。第2線状エレメント91Lは、第1周波数とは異なる第2周波数に共振可能な長さに設定してある。インピーダンスの整合や共振周波数の調整は、連結部18を第1線状エレメント11Lの長さ方向に移動させることにより行う。

第2線状エレメント91Lは、第1周波数とは異なる第2周波数（第2周波数帯）に共振可能な長さに形成してある。第1周波数と第2周波数との関係は、誘電体アンテナ1Lの使用目的に合わせて決定する。すなわち、第25図（a）に示すように、第1線状エレメント11Lの共振周波数F1と第2線状エレメント91Lの共振周波数F2とを近接させることにより、たとえば、VSWR2以下の帯域Fを得られるように設定すれば、第2線状エレメント91Lを設けることにより誘電体アンテナ1L全体の周波数帯域を、設けない場合に比べて広帯域のものとすることができる。また、第25図（b）に示すように、第1共振周波数F1と第2共振周波数F2とを適度に離すことにより

、誘電体アンテナ 1 L を二つの周波数に共振させること、つまり、デュアルバンド化することができる。発明者が行った実験によれば、前者の場合における第 1 共振周波数 F 1 を、たとえば、1. 9 8 G H z とした場合に、第 2 共振周波数を 2. 1 0 G H z とすることにより、V S W R 2 以下の帯域を 1. 9 2 ~ 2. 1 7 G H z のように広帯域化することができた。同じく後者の場合においては、ノートパソコンや L A N カードのような無線通信に使用される 2. 4 5 G H z を第 1 共振周波数 F 1 とし、同じく 5. 2 5 G H z を第 2 共振周波数 F 2 とするデュアルバンド化を実現することができた。

なお、下層基板 5 の裏面（第 2 4 図の紙面裏側の面）には、誘電体アンテナ 1 L を、親基板（図示を省略）にしっかりとハンダ付けするためのダミー電極（図示を省略）を設けてある。親基板（図示を省略）に実装する際には、給電端子 1 9 は親基板の給電部 P に、グランド端子 2 1 は同じくグランド部 G に、それぞれハンダ付けにより接続する。

第 2 6 図を参照しながら、第 4 実施形態の第 1 変形例について説明する。第 1 変形例における誘電体アンテナ 1 M が、第 2 3 図に示す誘電体アンテナ 1 L と異なるのは、第 2 線状エレメント（線状副エレメント）9 1 M を形成する位置である。以下、異なる点について説明し、両者間で共通する点についてはその説明を省略する。すなわち、第 2 6 図に示す誘電体アンテナ 1 M は、上層基板 3、中層基板 4 及び下層基板 5 を積層してなることは、第 4 実施形態に係る誘電体アンテナ 1 L と共通する。中層基板 4 のアンテナ形成面 9 上には第 1 線状エレメント 1 1 M を形成してある点も共通する。第 2 6 図に示す下層基板 5 は、その裏面がアンテナ形成面 1 0 になっており、このアンテナ形成面 1 0 上に第 2 線状エレメント 9 1 M を形成してある。この結果、連結導電体 2 9' は、2 9 a と 2 9 b を合わせた 2 層分の長さを持つ。つまり、先に説明した連結導電体 2 9 の長さのほぼ 2 倍になる。これにより、第 2 アンテナ形成面 1 0 上にある第 2 線状エレメント 9 1 M の長さを、さらに短くすることが可能となる。下層基板 5 自体を積層体により構成してもよいし、下層基板 5 のさらに下層に、他の基板（図示を省略）を設けてもよい。逆に、誘電体アンテナ 1 M 自体を薄くするために、上層基板 3 を省略可能であることは誘電体アンテナ 1 L の場合と同じである。下層基板 5 を設けずに、中層基板 4

の裏面をアンテナ形成面とすることもできる。

第27図に基づいて、第4実施形態の変形例について説明する。本変形例が第4実施形態と異なるのは、主としてエレメントの形状である。以下、異なる点について説明し、両者間で共通する点についてはその説明を省略する。すなわち、誘電体アンテナ1Nの第1アンテナ形成面9上には、この第1アンテナ形成面9の外周(9b, 9c, 9d)に隣接する(沿う)第1線状エレメント11Nを形成してある。第1線状エレメント11Nの形成は、導電ペーストを印刷することにより行うのが便利であり、その際の印刷ズレを吸収するために外周9b, 9c, 9dとの間にマージンを残しておくことが好ましい。

- 10 第1線状エレメント11Nは、給電端子19に接続した基端部12から外周9bに沿って延びる第1部分13と、屈曲部K1を介して外周9cに沿って延びる第2部分14と、屈曲部K2を介して外周9dに沿って延びる第3部分15と、を有している。第1線状エレメント11Nをアンテナ形成面の外周9b~9dに沿って外巻きに形成したのは、前述した第1線状エレメント11L(第24図参照)の場合と同様に、同じ面積のアンテナ形成面上に形成する場合であっても、外巻き状に形成していない他の形状の第1線状エレメントに比べて遠回りすることになるので、遠回りの分だけその長さを長くすることができる等の理由による。第1線状エレメント11Nは、第1周波数(たとえば2.4GHz帯)に共振可能な長さ(1/4波長)に形成してある。

- 20 第27図における符合25は、インピーダンス整合用の線状導電体を示している。線状導電体25は、第1線状エレメント11Nの基端部12近傍の分岐点23から分岐してグランド端子21に接続してある。線状導電体25は、その一部分を第1アンテナ形成面9の外周9aに沿わせ、他の部分をミアンダ状に形成してある。ミアンダ状に形成したのは、限られた面積の中で長さを稼ぐためであるから、十分な面積がある場合には直線状に形成してもよい。線状導電体25は、第1線状エレメント11Nと別工程により形成してもよいが、導電ペーストを用いて第1線状エレメント11Nと同時に印刷形成するとよい。その方が、形成の手間が省けるからである。給電点インピーダンスの調整は、分岐点23の位置をずらすことにより行う。さらに、線状導電体25は、第1線



状エレメント 11N の共振に寄与する部分でもあるので、その長さを調整することにより第 1 線状エレメント 11N の共振周波数の調整もできる。

第 27 図に示すように、中層基板 4 が有する第 2 アンテナ形成面 10 上には、階段状に屈曲する第 2 線状エレメント 91N を形成してある。階段状に屈曲させたのは、線状導電体 25 との高周波的な接触を避けて、中層基板 4 を挟んだコンデンサ構造を形成させないようにするためである。第 2 線状エレメント 91N の基端部 43 は、中層基板 4 の外周端面に形成した連結導電体 29 を介して第 1 線状エレメント 11N の途中に結合させてある。連結導電体 29 は、第 2 線状エレメント 91N に一部を構成するため、その分だけ、第 2 線状エレメント 91N の長さを短くすることができる。

第 28 図乃至第 31 図を参照しながら、第 5 実施形態について説明する。まず、第 28 図乃至第 30 図に基づいて、第 5 実施形態に係る誘電体アンテナの概略構造について説明する。誘電体アンテナ 1P は、誘電体セラミック材料からなる絶縁性の上層基板 3 と中層基板 4 と下層基板 5 を積層した直方体状の積層誘電体 7P を備えている。上層基板 3 と中層基板 4 と下層基板 5 は、何れも平面視したときに同じ大きさの長方形（矩形）に形成してあるため、三者を積層してなる積層誘電体 7P は直方体形状になる。各基板は単層体であってもよいし、積層体であってもよい。中層基板 4 の上面（上層基板 3 と対向する面）は、後述する第 1 線状エレメントを形成するための第 1 アンテナ形成面 9 としてある。また、下層基板 5 の上面（中層基板 4 と対向する面）は、同じく後述する第 2 線状エレメント（線状副エレメント）を形成するための第 2 アンテナ形成面 10 としてある。上層基板 3 はアンテナを形成するためのものではなく、第 1 アンテナ形成面 9 上に形成する第 1 線状エレメント等を保護することを主目的とする誘電体層である。積層誘電体 7P は 3 層構造としたが、上層基板 3 を省略して 2 層構造としてもよい。また、他の層基板をさらに積層して 4 層又は 5 層以上の構造としてもよい。積層誘電体 7P を直方体形状に形成したのは、いわゆるダイサーカット等による多数個取りをし易くするためであって、これら以外の形状に形成できることはいうまでもない。

第 29 図及び第 30 図に示すように、第 1 アンテナ形成面 9 上には、この第 1 アンテナ形成面 9 の外周（9a, 9b, 9c, 9d）に隣接する（沿う）第 1 線状エレメント

11Pを形成してある。第1線状エレメント11Pの形成は、導電ペーストを印刷することにより行うのが便利であり、その際の印刷ズレを吸収するために外周9a, 9b, 9c, 9dとの間にマージンを残しておくことが好ましい。

第29図及び第30図に示すように、第1線状エレメント11Pは、第1部分13、  
5 第2部分14、第3部分15及び第4部分16から構成してある。第1線状エレメント11Pの第1部分13は基端部12と第1屈曲部k1との間に位置する部分であり、同じく第2部分14は第1屈曲部k1と第2屈曲部k2との間に位置する部分である。さらに、同じく第3部分15は第2屈曲部k2と第3屈曲部k3との間に位置する部分であり、同じく第4部分16は第3屈曲部k3と開放端17との間に位置する部分である  
10 。換言すると、第1部分13は外周9aに、第2部分14は外周9bに、第3部分15は外周9cに、及び第4部分16は外周9dに、それぞれ隣接している。これに加え、各屈曲部k1, k2, k3は、第1アンテナ形成面9の各角部に位置させてあるので、第1線状エレメント11Pは、第1アンテナ形成面9上において、その外周9a, 9b, 9c, 9dに沿って外巻き状に延びている。第1線状エレメント11Pの基端部12  
15 は、第29図乃至第30図に示すように、積層誘電体7Pの端面に形成した給電端子19に接続してある。給電端子19の形成は、積層誘電体7Pの端面に導電性ペーストを塗布することにより行うのが一般的である。

上記のように、第1線状エレメント11Pを外巻き状に形成したのは、同じ面積のアンテナ形成面上に形成する場合であっても、外巻き状に形成していない他の形状の第1  
20 線状エレメントに比べて遠回りすることになるので、遠回りの分だけその長さを長くすることができるからである。また、外巻きにした第1線状エレメントに囲まれた余白部分を有効利用することができるからでもある。前者については、第1線状エレメントの長さが長くなれば、その分共振周波数が下がるので、同じ面積の中で低い周波数に共振させることができる。これを言い換えると、同じ周波数をより小さな面積の中で共振させることができるので、結果として、アンテナ自体が小型化する。後者については、第  
25 1線状エレメント11Pを外巻き状に形成することにより、対向する第1部分13と第3部分15との距離、及び、第2部分14と第4部分16との距離が、それぞれ第1ア

ンテナ形成面 9 上において最大となる。距離が最大であるため、同じ第 1 アンテナ形成面 9 上における第 1 部分 1 3 と第 3 部分 1 5、及び第 2 部分 1 4 と第 4 部分 1 6 との間の相互干渉を効果的に排除することが可能となる。さらに、後述する第 2 線状エレメントとの相互干渉をも排除する。

- 5      第 28 図乃至第 30 図に基づいて、線状導電体について説明する。第 1 アンテナ形成面 9 上に設けた線状導電体 25 は、給電点である給電端子 19 におけるインピーダンス整合を取るための導電体である。線状導電体 25 は、第 1 線状エレメント基端部 12 の近傍の第 1 分岐部 23 から第 1 アンテナ形成面 9 上で分岐しており、その先端は、積層誘電体 7P の端面に設けたグランド端子 21 に屈曲部 27 を介して接続してある。線状
- 10      導電体 25 は、第 1 線状エレメント 11P と別工程により形成することもできるが、導電ペーストを用いて第 1 線状エレメント 11P と同時に印刷形成するほうが便利である。給電点インピーダンスの調整は、第 1 分岐部 23 の位置を第 1 線状エレメント 11P の長さ方向にずらすことにより行うことができる。さらに、線状導電体 25 は、第 1 線状エレメント 11P の共振に寄与する部分でもあるので、その長さを調整することにより
- 15      第 1 線状エレメント 11P の共振周波数の調整ができる。他方、線状導電体 25 は電波の輻射には寄与しないので、第 1 線状エレメント 11P に隣接させても相互干渉を生じさせる恐れは少ない。なお、グランド端子 21 の形成は、給電端子 19 と同様に、積層誘電体 7P の端部に導電性ペーストを塗布することにより行うのが便利である。

- 20      第 28 図乃至第 30 図に示すように、第 2 線状エレメント 91P は、第 2 アンテナ形成面 10 上において、外周 10b (第 29 図参照) に基端部 43 から垂直に内方に突き出し、その後、屈曲部 37 を介して開放端 92 まで延びている。第 1 線状エレメント 11P は、先に述べたように、第 1 アンテナ形成面 9 上でその外周に沿った外巻き形状に形成してあるため、アンテナ形成面 9 は、第 1 線状エレメント 11P に囲まれた余白部分が中庭のように空いている。第 2 線状エレメント 91P は、この空いている中庭部分を用いて自由な形状に形成が可能であるが、誘電体基体 7P の厚み方向 (第 30 図の紙面垂直方向) に見たとき (平面視したとき)、第 1 線状エレメント 11P と交差しないように形成してある。第 1 線状エレメント 11P との間の相互干渉を排除するためである
- 25

。この相互干渉の排除により、誘電体アンテナ 1 P の輻射効率を高め、また、広帯域化を実現させることができる。さらに、第 1 線状エレメント 1 1 P を第 2 線状エレメント 9 1 P から独立して調整可能となる。逆に、第 2 線状エレメント 9 1 P を調整する際にも第 1 線状エレメント 1 1 P から独立して調整可能となる。独立調整を可能とすることは、誘電体アンテナ 1 P 自体の調整を簡単にする。なお、第 2 線状エレメント 9 1 P は、結合部を除いた部分が第 1 線状エレメント 1 1 P と重ならないければ、第 30 図に示す形状以外の形状を選択できることは言うまでもない。

第 1 線状エレメント 1 1 P は、その途中に第 2 分岐部 2 3' を有しており、この第 2 分岐部 2 3' に帯状の結合導電体 2 9 の一端を結合してある。この結合導電体 2 9 の他端は、中層基板 4 の外周端面を経由して第 2 線状エレメント 9 1 P の基端部 4 3 に結合してある。第 29 図に示す結合導電体 2 9 は、中層基板 4 だけでなく、下層基板 5 と上層基板 5 の外周端面にも延びている。これは、本実施形態の結合導電体 2 9 を導電性ペースト印刷により形成しており、その際に中層基板 4 だけでなく他の基板にも形成したほうが簡単だからそうしたまでである。結合導電体 2 9 のうち、中層基板 4 に係る部分だけの塗布又は他の手段による形成ができるのであれば、当該部分以外の他の部分は、これを省略してもよい。結合導電体 2 9 のうち中層基板 4 に係る部分は、第 2 線状エレメント 9 1 P に一部を構成する。よって、この結合導電体 2 9 の分だけ、第 2 アンテナ形成面 10 上にある第 2 線状エレメント 9 1 P の長さが短くなる。第 2 線状エレメント 9 1 P の基端部 4 3 と連結導電体 2 9 とが、本実施形態における第 2 線状エレメント 9 1 P の結合部に該当する。

ここで、給電部 P から供給される高周波電流は、第 1 線状エレメント 1 1 P の基端部 1 2 から第 1 屈曲部 k 1、第 2 屈曲部 k 2、第 3 屈曲部 k 3、そして開放端 1 7 へと順に流れる。第 1 線状エレメント 1 1 P は、第 1 共振周波数に共振する。他方、第 2 線状エレメント 9 1 P を流れる高周波電流は、基端部 1 2 から第 1 屈曲部 k 1 へ抜け、さらに、第 2 分岐部 2 3' から結合導電体 2 9 に入り、基端部 4 3 を抜け屈曲部 3 7 を経て開放端 9 2 へと順に流れる。第 2 線状エレメント 9 1 P は、第 1 共振周波数とは異なる第 2 共振周波数に共振可能な長さに設定してある。インピーダンスの整合や共振周波数

の調整は、第2分岐部23'の位置を第1線状エレメント11Pの長さ方向に移動させることにより行う。第2線状エレメント91Pは、第1共振周波数と異なる第2共振周波数に共振する。

上記した第1共振周波数と第2共振周波数との関係は、誘電体アンテナ1Pの使用目的に合わせて決定する。すなわち、第31図(a)に示すように、第1線状エレメント11Pの共振周波数F1と第2線状エレメント91Pの共振周波数F2とを近接させることにより、たとえば、VSWR2以下の帯域Fを得られるように設定すれば、第2線状エレメント91Pを設けることにより誘電体アンテナ1P全体の周波数帯域を、設けない場合に比べて広帯域のものとすることができる。また、第31図(b)に示すように、第1共振周波数F1と第2共振周波数F2とを適度に離すことにより、誘電体アンテナ1Pを二つの周波数に共振させること、つまり、デュアルバンド化することができる。発明者が行った実験によれば、前者の場合における第1共振周波数F1を、たとえば、1.98GHzとした場合に、第2共振周波数を2.10GHzとすることにより、VSWR2以下の帯域を1.92~2.17GHzのように広帯域化することができた。同じく後者の場合においては、ノートパソコンやLANカードのような無線通信に使用される2.45GHzを第1共振周波数F1とし、同じく5.25GHzを第2共振周波数F2とするデュアルバンド化を実現することができた。

なお、下層基板5の裏面(第30図の紙面裏側の面)には、誘電体アンテナ1Pを、親基板(図示を省略)にしっかりとハンダ付けするためのダミー電極(図示を省略)を設けてある。親基板(図示を省略)に実装する際には、給電端子19は親基板の給電部Pに、グランド端子21は同じくグランド部Gに、それぞれハンダ付けにより接続する。

第32図及び第33図に基づいて、第5実施形態の変形例について説明する。本変形例に係る誘電体アンテナ1Rが第29図に示す誘電体アンテナ1Pと異なるのは、エレメント同士の結合形態である。ここでは、異なる点についてのみ説明し、共通する部分についての説明は省略する。すなわち、誘電体アンテナ1Rは、誘電体セラミック材料からなる絶縁性の上層基板3と中層基板4と下層基板5を積層した誘電体基体7Rを備

えている。中層基板4が有する第1アンテナ形成面9には、このアンテナ形成面9の外周9a、9b、9c、9dに隣接する(沿う)線状エレメント11Rを形成してある。第32図における符号25は、第1線状エレメント11Rに接続したインピーダンス整合用の線状導電体を示している。

- 5 下層基板5が有する第2アンテナ形成面10上には、第2線状エレメント(線状副エレメント)91Rを形成してある。第2線状エレメント91Rの形状は、本実施形態の第2線状エレメント91P(第29図参照)と異ならせてもよいが、本変形例では同じ形状に形成してある。第2線状エレメント91Rの基端部43(第32図参照)は、第1線状エレメント11Rの途中部位18と対向させてあり、これにより両者間に誘電体
- 10 である中層基板4を介したコンデンサ構造を形成している。すなわち、給電部Pから供給された高周波電流は、第1線状エレメント11Rの結合部位18から中間層4を介して第2線状エレメントに流れるようになっている。基端部43と途中部位18との間の対向面積の大小は、両者の整合に影響する。すなわち、前者の基端部43の長さ(面積)を大きくしたり小さくしたりすることによりインピーダンスが変化するので、それを
- 15 適性値に設定することにより両者の結合を整合させることができる。

- 前述した第1乃至第5実施形態に係る本発明の誘電体アンテナによれば、小型でありながらエレメント間の相互干渉を抑制することにより、広帯域に渡って効率よく電波を輻射することができる。したがって、そのような誘電体アンテナを内蔵する移動体通信機によれば、その移動体通信機自体の小型化を図ることができるとともに、良好な電波の
- 20 送受信を通じて快適な移動通信を可能にする。

- 第34図乃至第37図に基づいて、誘電体アンテナの取付形態の一例を説明する。第34図に示す誘電体アンテナ1(第1乃至第5の実施形態のうちの何れかに係る誘電体アンテナに相当)は、グラウンド部Gに併設してある。この場合、線状エレメント11(線状副エレメント91)がグラウンド部Gから最も離れるので、グラウンド部Gの影響を受けづら
- 25 いという利点がある。

第35図に示す誘電体アンテナ1は、グラウンド部Gの肩部に形成した切欠部Gu内に収めてある。この場合は、グラウンド部Gから誘電体アンテナ1が突き出さないで、グ

ランド部Gの長さ寸法L内にすべてを収めることができる点でコンパクト化に貢献する。

第36図に示す誘電体アンテナ1'（第1乃至第5の実施形態のうちの何れかに係る誘電体アンテナに相当）は、グラウンド部Gの上に取り付けてある。この場合において、  
5 線状エレメント11（線状副エレメント91）をグラウンド部Gから離すのであれば、層基板の枚数を増やすことにより誘電体基体7の厚みDをアンテナ特性が影響を受けない程度まで厚くすればよい。

なお、前述した第1乃至第5実施形態に係る誘電体アンテナ1、1'は、各種の移動体通信機に内蔵させることができる。移動体通信機として、たとえば、アマチュア用・  
10 業務用の無線通信機や、第37図に示すような携帯電話機等がある。第37図に示すのは、移動体通信機の一例である携帯電話機520内に内蔵された誘電体アンテナ1（1'）である。本発明の誘電体アンテナは、前述したように小型でありながら高能率・広帯域に構成してあるので、これを内蔵する携帯電話機520も小型化することができ、さらに、良好な電波の送受信を通じて快適な移動通信を可能にする。また、本発明の誘  
15 電体アンテナを内蔵することが可能な移動体通信機他の例として、小型コンピュータ（パーソナルコンピュータ）等がある。以下、小型コンピュータとの関係で、前述した第1乃至第5実施形態のいずれかの誘電体アンテナを備えたアンテナ実装基板の実施形態について説明する。

第38図乃至第42図を参照しながら、アンテナ実装基板の第1実施形態について説  
20 明する。まず、第38図乃至第40図に基づいて、アンテナ実装基板の概略構造について説明する。アンテナ実装基板101は、矩形横長のセラミック又は合成樹脂製の基板103を備えている。基板103の一方の面（実装面105）上には、グラウンド部107と、線状導体109と、を形成してある。符合111はチップアンテナを示している。本実施形態におけるチップアンテナ111は、誘電体アンテナである。誘電体アンテナ  
25 ナを採用したのは、比較的小型化のために有利だからであるが、これ以外の形式のアンテナであってもよい。グラウンド部107と線状導体109とは、底辺106に沿って、すなわち第39図の横方向に隣接させてある。

グラウンド部 107 と線状導体 109 とは、実装面 105 上に導電ペーストを塗布することにより両者を一体に形成してあるが、この導電パターン以外の方法、たとえば、エッチング等の化学的な方法により形成してもよい。一体に形成した結果、線状導体 109 は、その一端（第 39 図の右端）がグラウンド部 107 にのみ接続され、他端は実装面 105 の縁まで延びている。グラウンド部 107 にのみ接続してある線状導体 109 は、上述した方法により一体に形成するのが手間を少なくする点から便利であるが、これを別体に構成してもよい。別体に構成する場合は、その一端をグラウンド部 107 に接続して他端を開放しておく。さらに、線状導体 109 は、これを導電パターン以外の方法で形成してもよい。導電パターンの代わりに、たとえば、銅線のような線状導体を実装面 105 上に設ける方法もある。グラウンド部 107 の長さ（大きさ）は、チップアンテナ 111 の共振周波数の 4 分の 1 波長と同じ長さに設定してある。

チップアンテナ 111 は、グラウンド部 107 側に位置する一方の端面 111a と、この一方の端面 111a の反対側に位置する他方の端面 111b と、を含む矩形に形成してあり、線状導体の 109 の一端と反対側の他端 109a が、他方の端面 111b を通って底辺 106 に下ろした垂線 L を横切るように形成してある。すなわち、チップアンテナ 111 と底辺 106 との間には線状導体 109 しか存在しない、状態に構成してある。線状導体 109 を設けたのは、この線状導体 109 にチップアンテナ 111 を結合させ、換言すると、チップアンテナ 111 と金属フレーム 517 との結合を遮断することにより、チップアンテナ 111 ひいてはアンテナ実装基板 101 を金属フレーム 517 上に設置した際の不安定さを取り除くためである。つまり、線状導体 109 を設けることにより金属フレーム 517 からアンテナチップ 111 を孤立させ、その孤立により両者間の相対位置のズレによる特性変化を可及的に食い止めるためである。発明者らが行った実験によれば、上述したようにアンテナチップ 111 の他方の端面 111b が垂線 L を横切ることが最善ではあるが、線状導体 109 の長さを短くしていった場合（垂線 L を第 39 図の右方向に移動させた場合）における特性上の限界は、アンテナチップ 111 の中央近付近にあった。たとえば、固定ネジ（図示を省略）の締付具合や取付孔（図示を省略）の遊びの存在により、金属フレーム 517 に対するアンテナ実装基板 1



01の相対位置が変わったときの特性変化における使用可能範囲が、上述したように垂線Lがアンテナチップ111の中央付近にある場合であった。

第41図及び第42図を参照しながら、アンテナ実装基板の第2実施形態について説明する。第2実施形態に係るアンテナ実装基板121と第1実施形態に係るアンテナ実装基板101が異なるのは、後者が有しない絶縁用露出部を前者が有する点である。ここでは、この異なる点だけを説明し、余の共通する部分については、その説明を省略する。すなわち、アンテナ実装基板121は、矩形横長のセラミック又は合成樹脂製の基板123を備え、基板123の一方の面上には、グランド部127と線状導体129を形成してある。符合131はチップアンテナを示している。さらに、底辺126全長に沿って実装面125を線状に露出させてなる絶縁用露出部133を設けてある。絶縁用露出部133を線状に形成したのは、その幅寸法を必要最小限とすることによりアンテナ実装基板121の縦寸法をなるべく小さく形成し、これにより、アンテナ実装基板121自体の高さ寸法を低くするためである。他方、高さ寸法に余裕がある場合や、グランド部127の形状に合わせて幅を狭くしたり広くしたりしたい場合には、線状以外の形状を採用することに問題はない。

絶縁用露出部133を設けたのは、線状導体129やグランド部127が実装面125の底辺126に臨ませないため、つまり、金属フレーム517と接触させないようにするためである。グランド部127や線状導体129が被搭載体である金属フレームを電氣的に短絡すると、アンテナ実装基板121全体の動作を不安定にしかねないので、前述したアンテナ実装基板101を取り付ける際には、短絡しないように金属フレームから浮かして取り付ける等の工夫が必要である。他方、アンテナ実装基板121を金属フレーム517に取り付ける場合は絶縁用露出部133があるため直接金属フレーム517上に載置が可能となるため、アンテナ実装基板101に比べて取り付けが便利である。

これまで説明したアンテナ実装基板101、121は、小型であり金属等の上に設置しても、その金属から影響を受けることが少ない。したがって、第38図に示す小型コンピュータ（通信機器）515の金属フレーム517の上面や側面等の僅かな隙間にも

設置可能である。

- 前述したアンテナ実装基板によれば、小型でありながら、取付環境が変化しても容易に調整が可能であり、かつ安定した性能をだすことができる。したがって、限られたスペースしかない通信装置に内蔵させることができ、内蔵したときに金属からの影響を受けづら
- 5 けづらい。したがって、そのような通信装置により安定した通信が可能となる。

#### 産業上の利用可能性

- 本発明は、小型でありながらエレメント間の相互干渉を抑制することにより、電波の輻射効率の低下と広帯域化の妨げを可及的に排除可能な誘電体アンテナ、アンテナ実装
- 10 基板及びそれらを内蔵する移動体通信機を提供するのに有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. 矩形のアンテナ形成面を有する誘電体基体と、

5 当該アンテナ形成面上において当該アンテナ形成面外周にのみ隣接して延びる線状エレメントと、

当該線状エレメントが含む少なくとも1個の屈曲部と、

当該線状エレメントの基端部に接続した給電端子と、

当該線状エレメントの基端部の近傍から当該アンテナ形成面上で分岐する線状導電体と、

10 当該線状導電体の先端に接続したグランド端子と、を備えていることを特徴とする誘電体アンテナ。

2. 前記屈曲部が、前記基端から先端に向かって順に位置する第1屈曲部と第2屈曲部と、からなり、

15 前記線状エレメントが、当該基端と当該第1屈曲部との間に位置する第1部分と、当該第1屈曲部と当該第2屈曲部との間に位置する第2部分と、当該第2屈曲部と先端との間に位置する第3部分と、からなり、

当該第1部分と当該第3部分が、前記アンテナ形成面上において最大距離を隔てて対向している

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載した誘電体アンテナ。

20 3. 前記屈曲部が、前記基端から先端に向かって順に位置する第1屈曲部と第2屈曲部と第3屈曲部と、からなり、

前記線状エレメントが、当該基端と当該第1屈曲部との間に位置する第1部分と、当該第1屈曲部と当該第2屈曲部との間に位置する第2部分と、当該第2屈曲部と当該第3屈曲部との間に位置する第3部分と、当該第3屈曲部と当該先端との間に位置する第4部分と、からなり、

25 当該第1部分と当該第3部分が、前記アンテナ形成面上において最大距離を隔てて対向している、とともに

当該第2部分と当該第4部分とが、当該アンテナ形成面上において最大距離を隔てて対向している

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載した誘電体アンテナ。

4. 前記線状導電体の少なくとも一部が屈曲又は蛇行している

5 ことを特徴とする請求の範囲第1項乃至第3項の何れかに記載した誘電体アンテナ。

5. 前記誘電体基体は4個の端面を有しており、

前記給電端子を、当該4個の端面のうち何れかの端面に形成してあり、

前記グランド端子を、当該給電端子を形成した端面と対向する端面に形成してある

ことを特徴とする請求の範囲第1項乃至第4項の何れかに記載した誘電体アンテナ。

10 6. 前記線状エレメントから分岐し、かつ、当該線状エレメントが共振可能な第1共振周波数とは異なる第2共振周波数に共振可能な線状副エレメントを備えている

ことを特徴とする請求の範囲第1項乃至第5項の何れかに記載した誘電体アンテナ。

7. 前記線状副エレメントを、前記第2共振周波数の $1/2$ 波長で共振可能に設定してある

15 ことを特徴とする請求の範囲第6項に記載した誘電体アンテナ。

8. 前記誘電体基体のアンテナ形成面が、第1アンテナ形成面と、当該第1アンテナ形成面とは異なる第2アンテナ形成面と、を含み、

前記線状エレメントが、当該第1アンテナ形成面上に形成してあり、

前記線状副エレメントが、当該第2アンテナ形成面上に形成してある

20 ことを特徴とする請求の範囲第6項又は第7項に記載した誘電体アンテナ。

9. 前記線状副エレメントの基端部に、結合部が設けてあり、

当該結合部のみが、前記線状エレメントの途中部分とコンデンサ構造を介して結合している

ことを特徴とする請求の範囲第8項に記載した誘電体アンテナ。

25 10. 前記線状副エレメントの基端部に、結合部が設けてあり、

当該結合部のみが、前記誘電体基体の厚み方向の一部又は全部を介して前記線状エレメントの途中部分と対向している

ことを特徴とする請求の範囲第 8 項に記載した誘電体アンテナ。

1 1. 前記線状副エレメントの基部と前記線状エレメントの途中とを連結する連結導電体を備え、

当該連結導電体の一部又は全部を前記端面上に配してある

5 ことを特徴とする請求の範囲第 8 項乃至第 10 項の何れかに記載した誘電体アンテナ。

1 2. 前記第 1 アンテナ形成面を矩形に形成してあり、

前記線状エレメントを、前記第 1 アンテナ形成面の外周に隣接するように形成してある

10 ことを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載した誘電体アンテナ。

1 3. 前記線状副エレメントと前記線状エレメントとを結合する結合部を備え、

前記線状エレメントと前記線状副エレメントの交差は、当該結合部のみである

ことを特徴とする請求の範囲第 8 項に記載した誘電体アンテナ。

1 4. 前記結合部を、前記誘電体基体の厚み方向における一部又は全部を挟んで前記線

15 状エレメントと対向する前記線状副エレメントの基端部により構成してある

ことを特徴とする請求の範囲第 13 項に記載した誘電体アンテナ。

1 5. 前記結合部を、前記線状副エレメントの基端部と前記線状エレメントの途中とを連結する連結導電体と、により構成してあり、

当該連結導電体の一部又は全部を前記端面上に配してある

20 ことを特徴とする請求の範囲第 13 項に記載した誘電体アンテナ。

1 6. 前記誘電体基体が、単数の誘電体層からなり、

前記第 1 アンテナ形成面が当該誘電体層の一方の面であり、前記第 2 アンテナ形成面が当該誘電体層の他方の面である

ことを特徴とする請求の範囲第 8 項乃至第 15 項の何れかに記載した誘電体アンテナ

25 。

1 7. 前記誘電体基体が、複数の誘電体層からなる積層体であり、

前記第 1 アンテナ形成面と前記第 2 アンテナ形成面とを、同一又は異なる誘電体層上

に形成してある

ことを特徴とする請求の範囲第 8 項乃至第 15 項の何れかに記載した誘電体アンテナ。

18. アンテナ形成面を有する誘電体基体と、

5 当該アンテナ形成面上において当該アンテナ形成面外周に隣接して延びるとともに、  
第 1 共振周波数に共振可能な線状エレメントと、

当該線状エレメント基端部に接続した給電端子と、

当該線状エレメント基端部の近傍から分岐する線状導電体と、

当該線状導電体先端に接続したグランド端子と、

10 当該アンテナ形成面上に形成された、当該第 1 共振周波数とは異なる第 2 共振周波数  
に共振可能な線状副エレメントと、を備え、

当該線状副エレメント基端が、当該線状エレメントの途中部分とコンデンサ構造を介  
して結合している

ことを特徴とする誘電体アンテナ。

15 19. 請求の範囲第 1 項乃至第 18 項の何れかに記載した誘電体アンテナを内蔵する移  
動体通信機。

20. 底辺を有する横長の実装面と、

当該実装面上において当該底辺に沿って隣接するチップアンテナ及びグランド部と、  
を含み、

20 当該チップアンテナと当該底辺との間の当該実装面上に、一端を当該グランド部にの  
み接続した所望長さの線状導体が設けてある

ことを特徴とするアンテナ実装基板。

21. 前記チップアンテナが、前記グランド部側に位置する一方の端面と、当該一方の  
端面の反対側に位置する他方の端面と、を含み、

25 前記線状導体の一端と反対側の他端が、当該他方の端面を通して前記底辺に下ろした  
垂線を横切るように形成してある

ことを特徴とする請求の範囲第 20 項に記載したアンテナ実装基板。

22. 前記線状導体が、前記グランド部と一体である

ことを特徴とする請求の範囲第20項又は第21項に記載したアンテナ実装基板。

23. 前記線状導体と前記グランド部とを、導体パターンにより構成してある

ことを特徴とする請求の範囲第22項に記載したアンテナ実装基板。

5 24. 前記底辺全長に沿って前記実装面を所望形状に露出させてなる絶縁用露出部を設けてある

ことを特徴とする請求の範囲第20項乃至第23項の何れかに記載したアンテナ実装基板。

25. 前記絶縁用露出部が線状に形成してある

10 ことを特徴とする請求の範囲第24項に記載したアンテナ実装基板。

26. 前記チップアンテナが、誘電体層の上にエレメントを形成してなる誘電体アンテナである

ことを特徴とする請求の範囲第20項乃至第25項の何れかに記載したアンテナ実装基板。

15 27. 請求の範囲第20項乃至第26項の何れかに記載したアンテナ実装基板を内蔵する

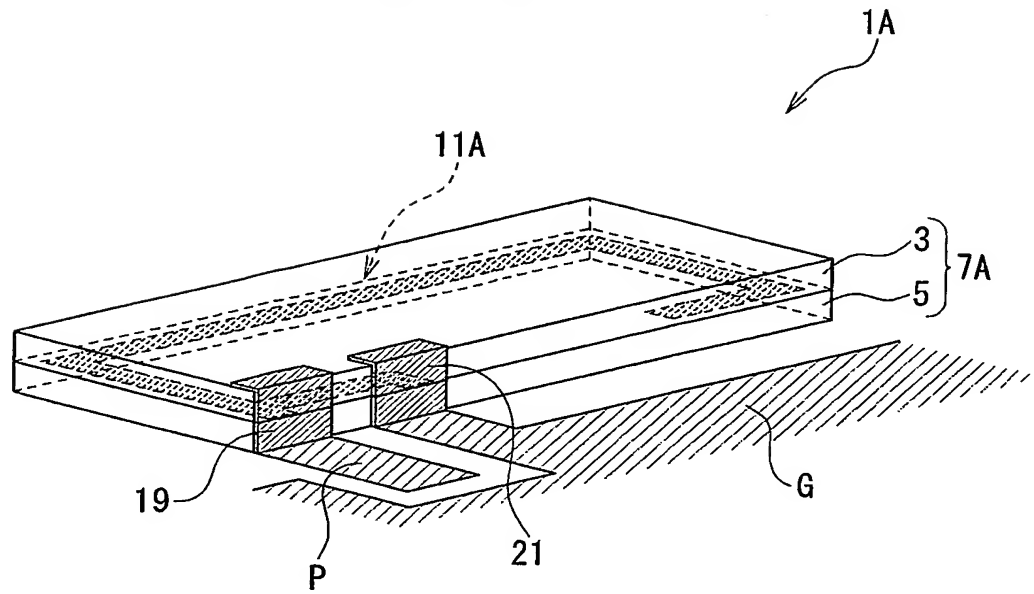
ことを特徴とする通信装置。

28. 前記通信装置が小型コンピュータである

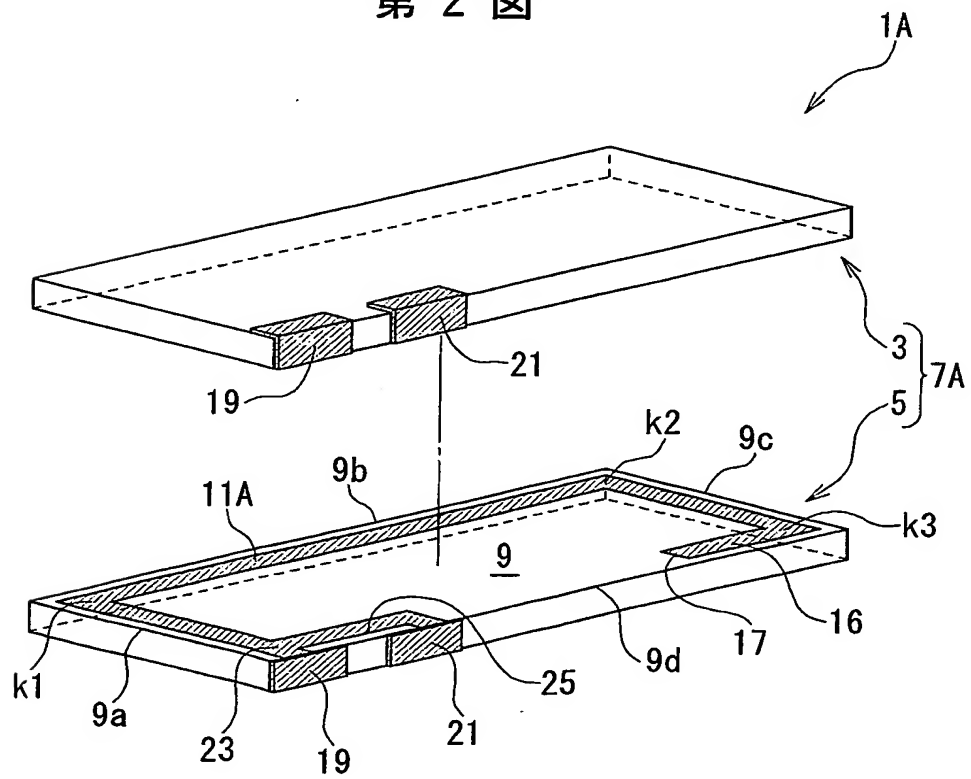
ことを特徴とする請求の範囲第27項に記載した通信装置。

1/36

第 1 図



第 2 図

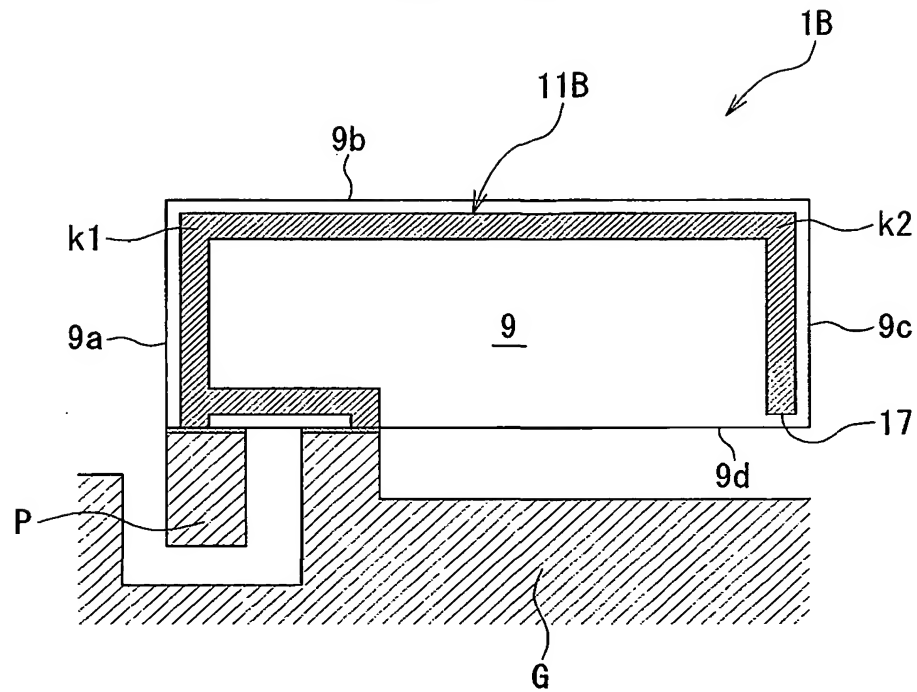




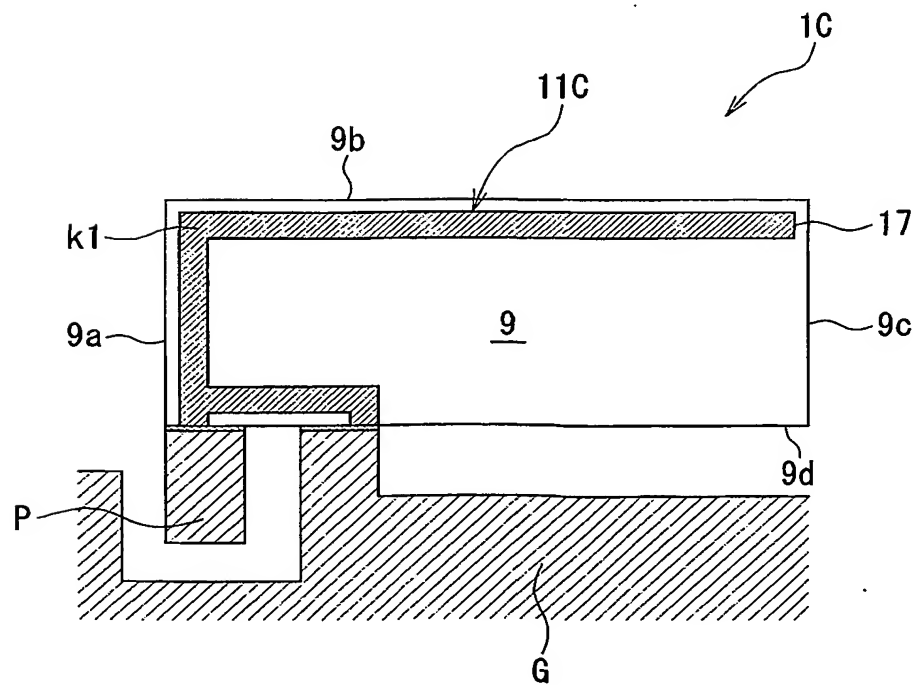


3/36

第 4 図

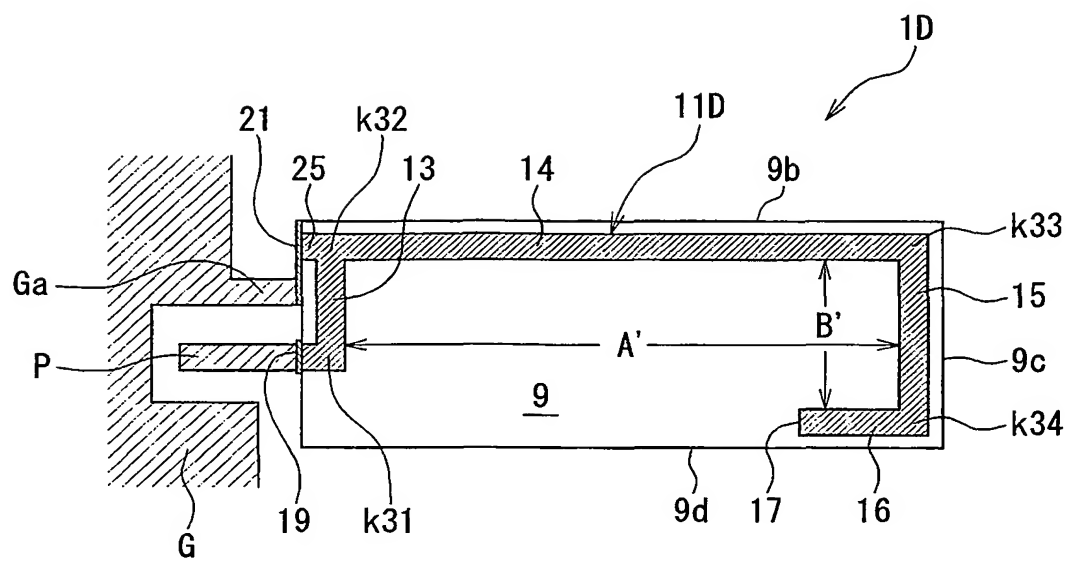


第 5 図



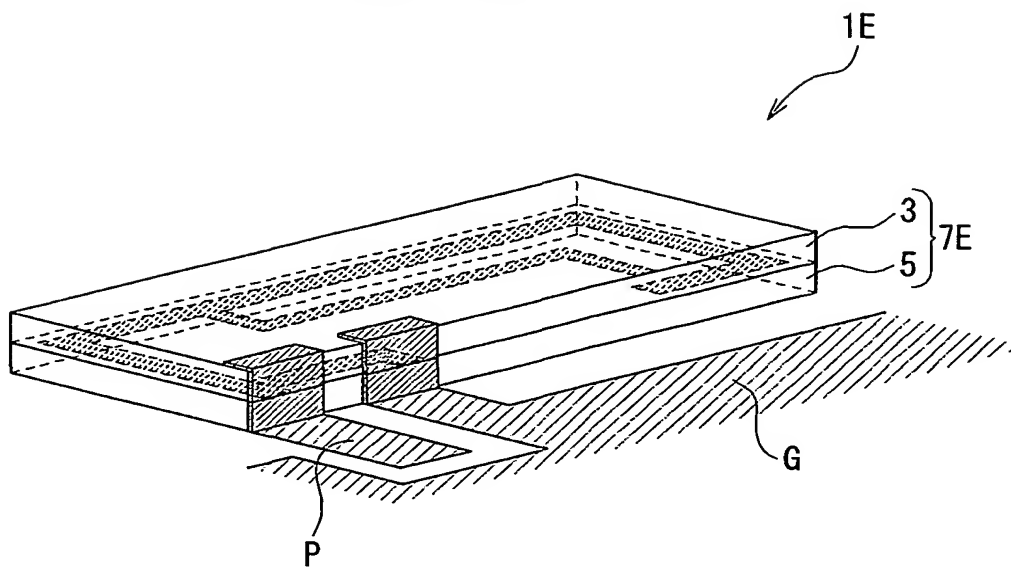


## 第 7 図

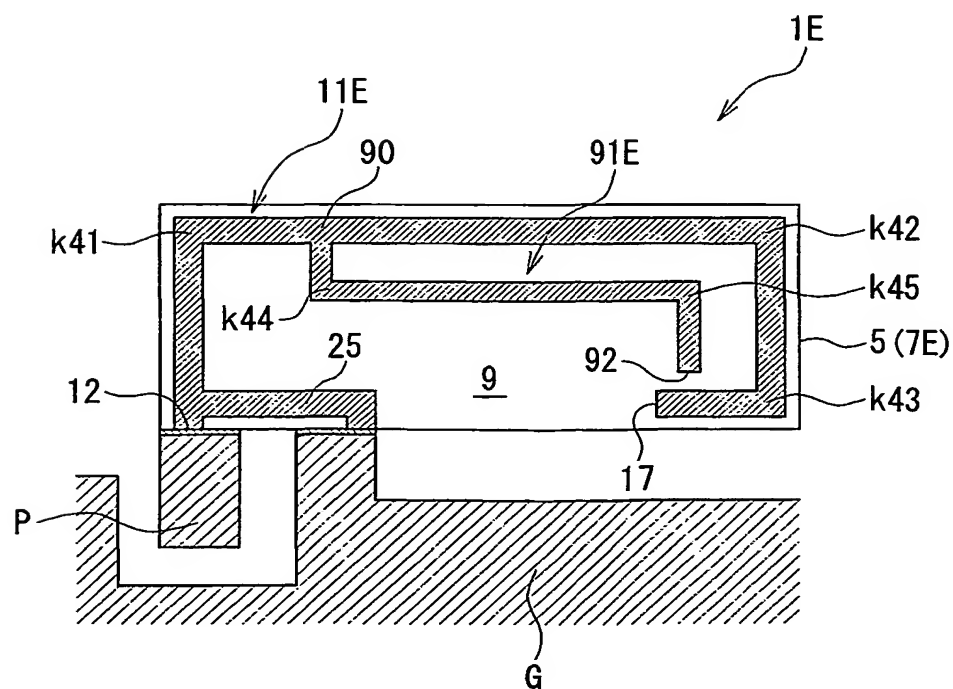


6/36

第 8 図

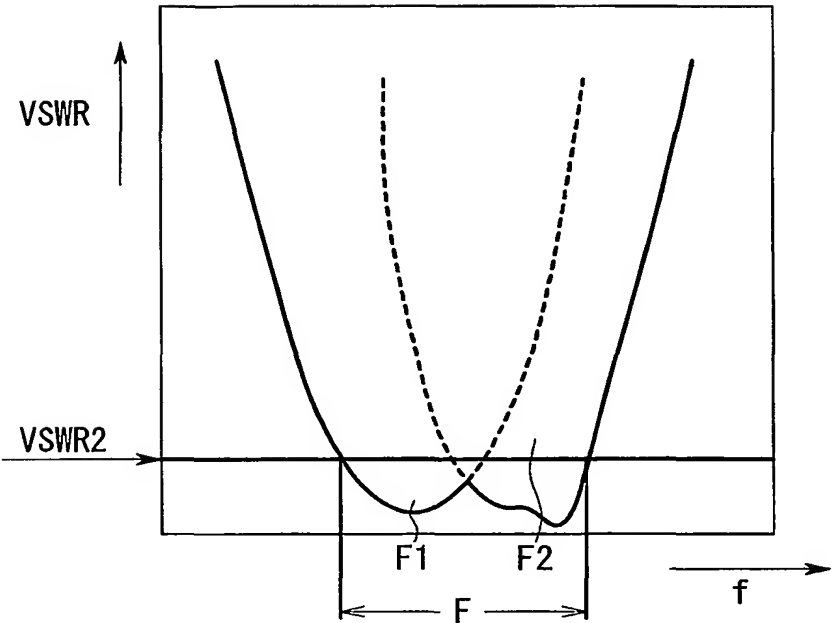


第 9 図

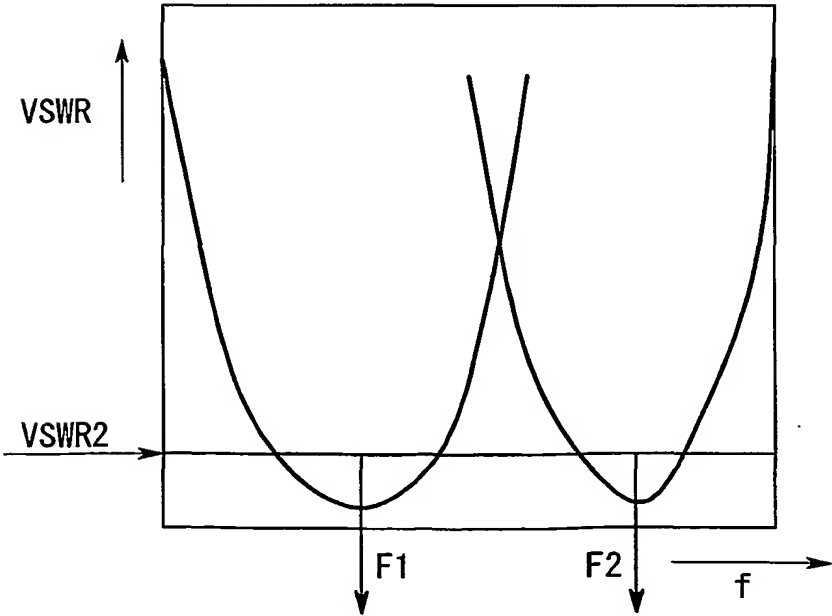


第 10 図

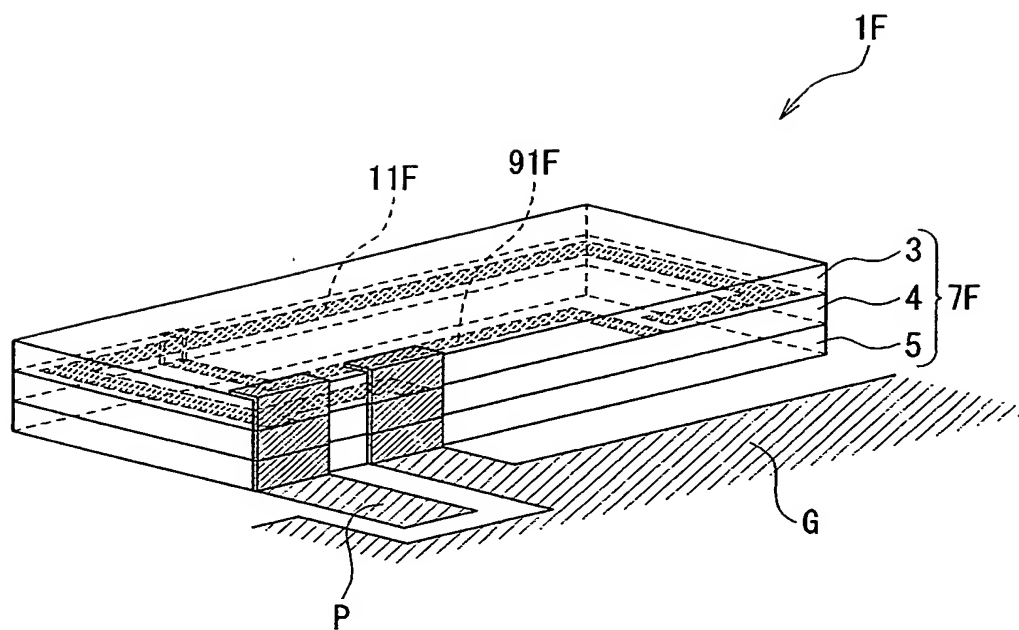
(a)



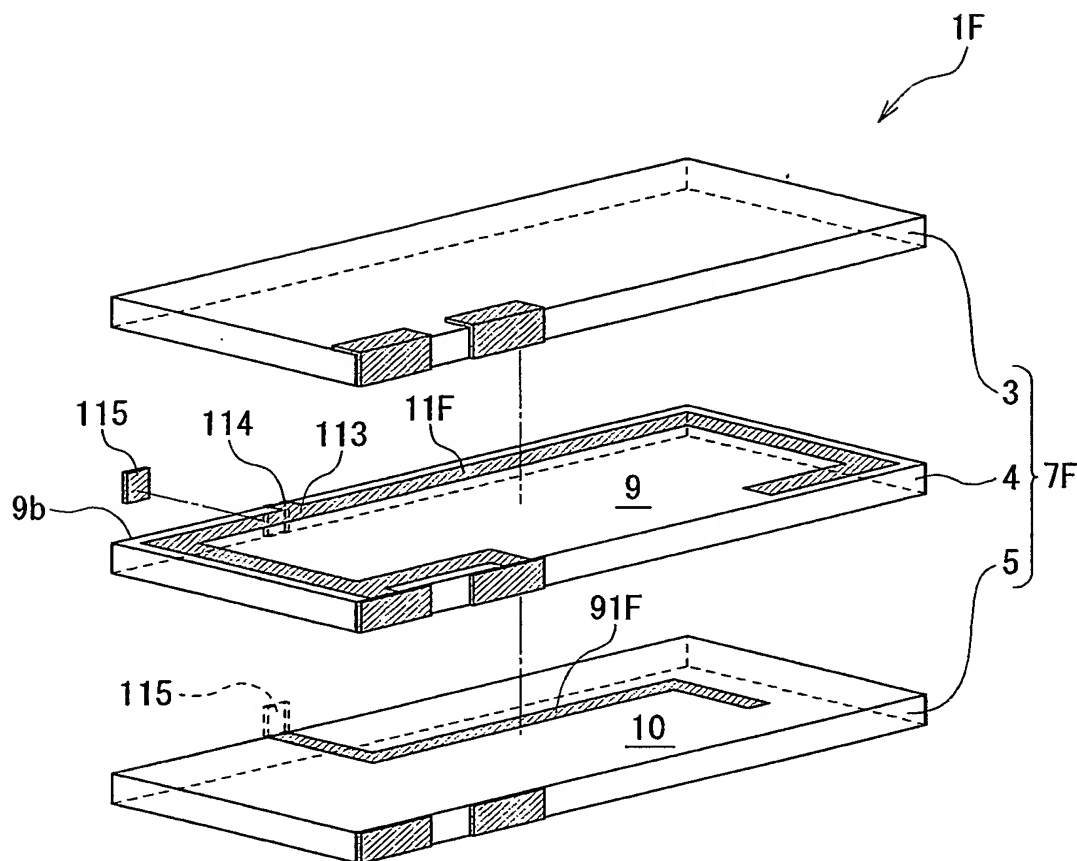
(b)



第 11 図

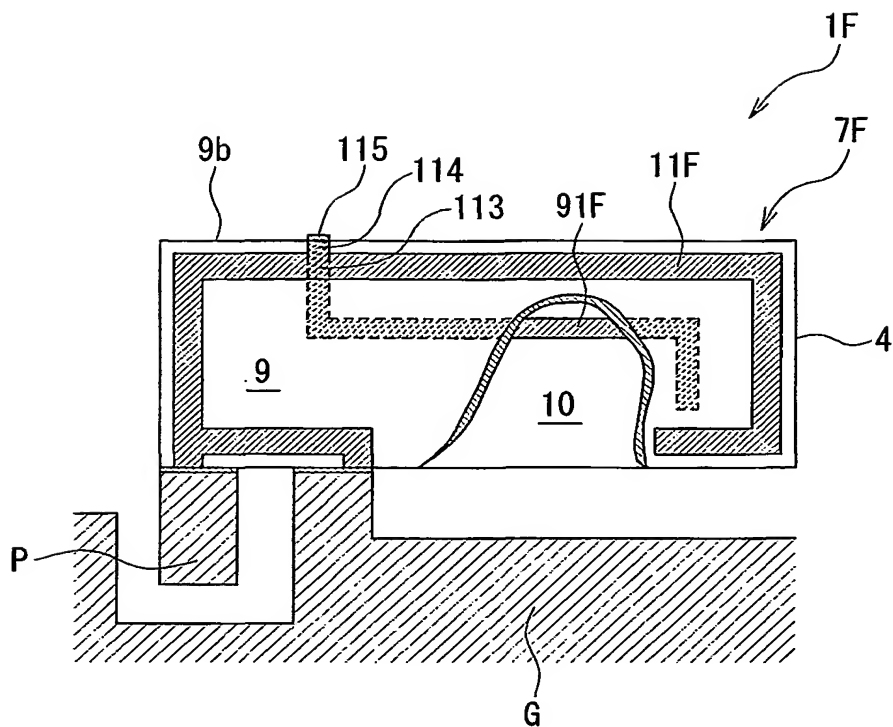


第 12 図



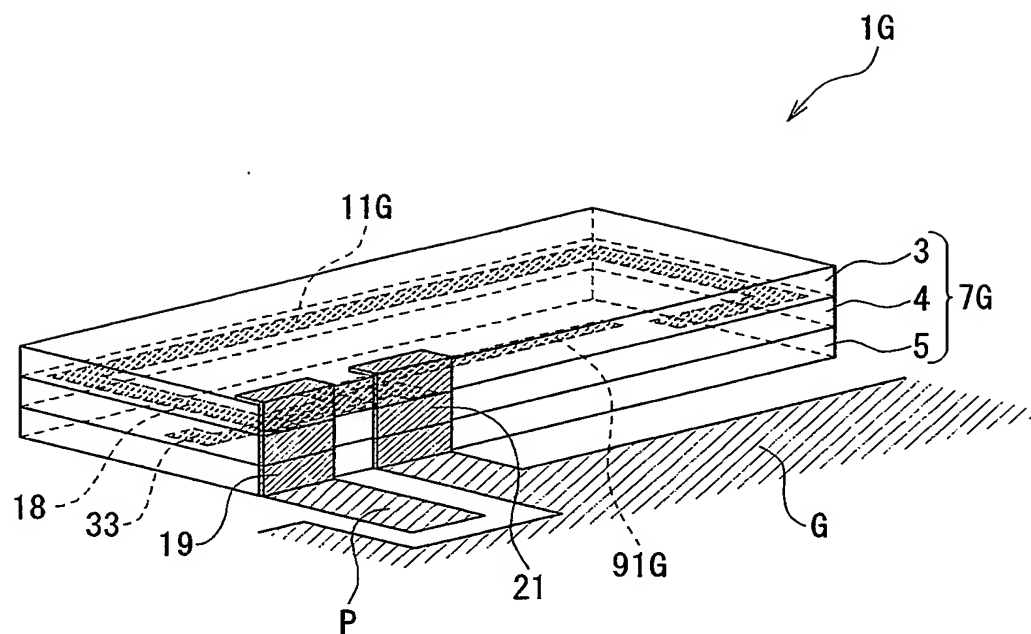


## 第 13 図



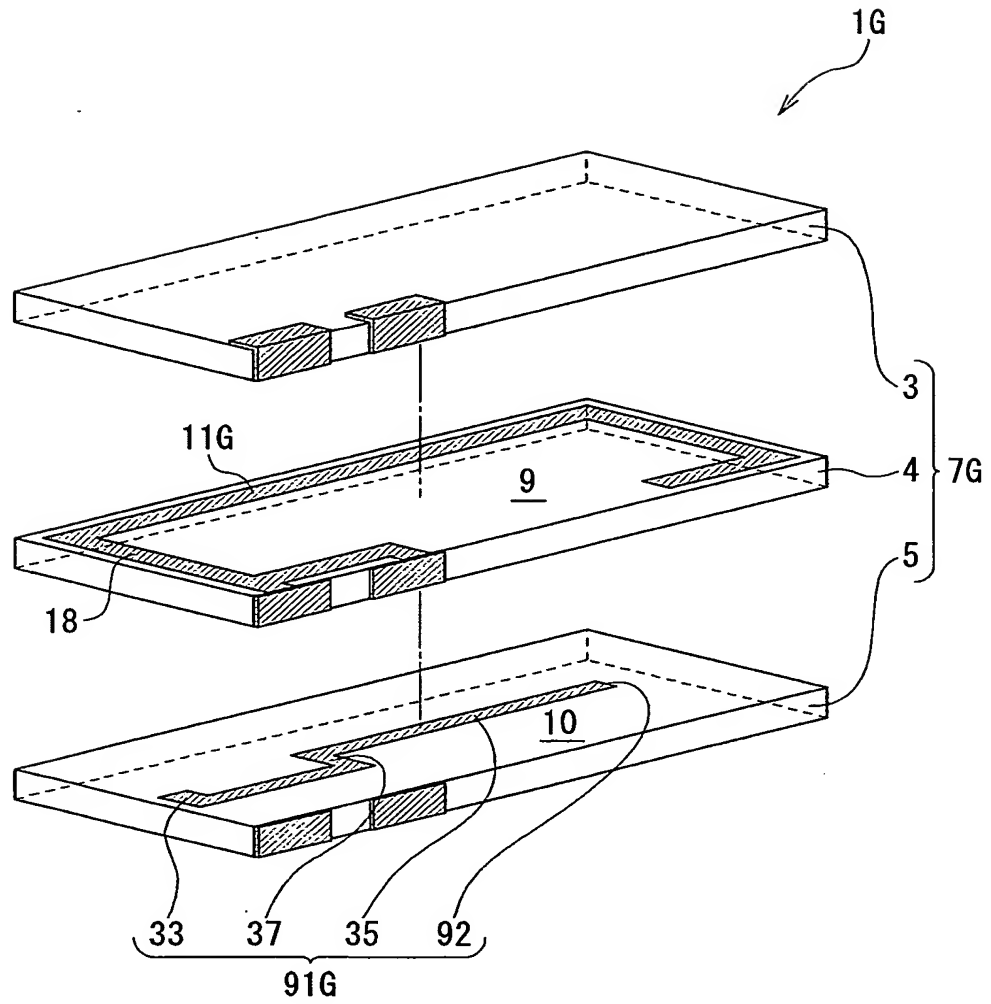
11/36

## 第 14 図



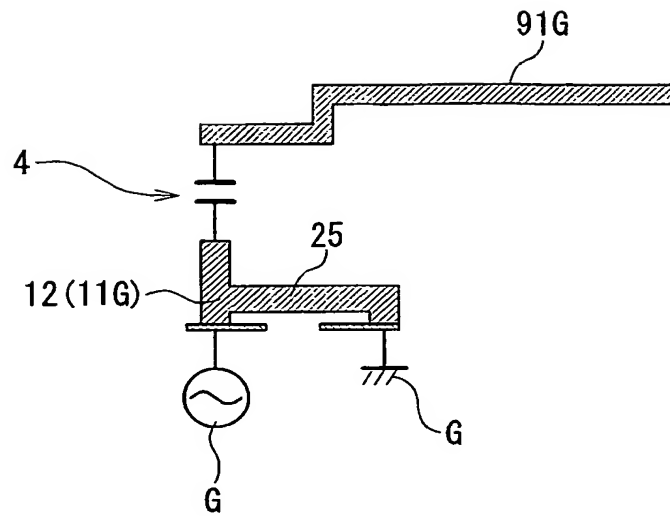
12/36

## 第 15 図



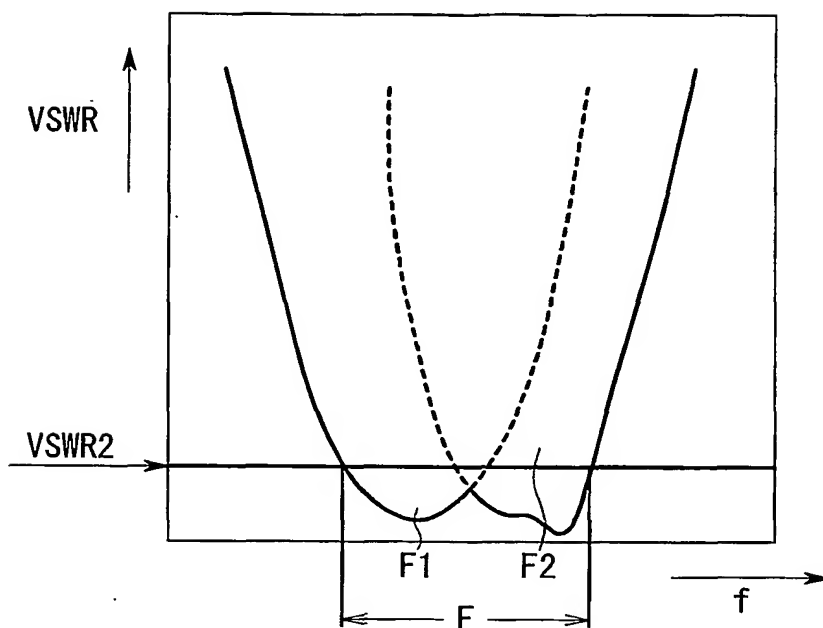


## 第 17 図

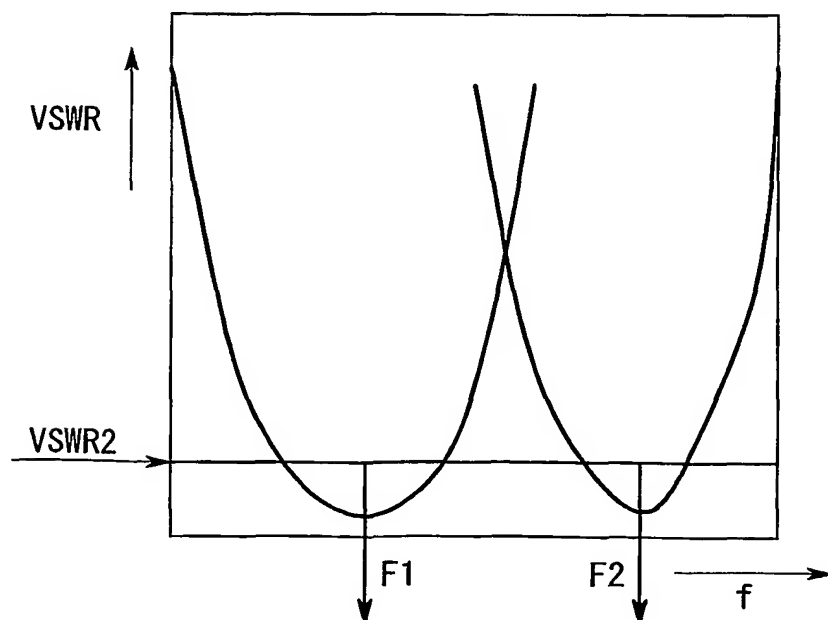


## 第 18 図

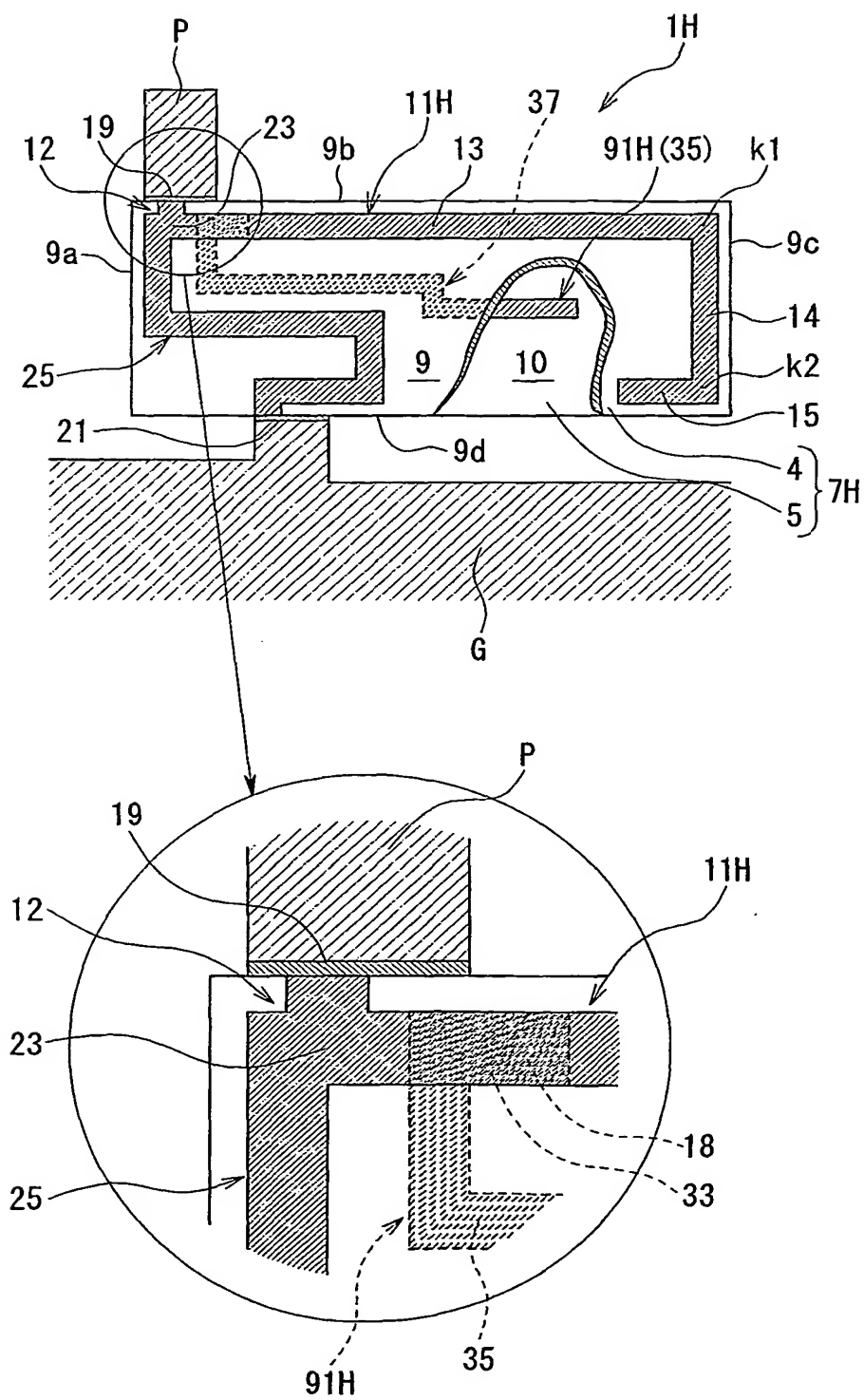
(a)



(b)

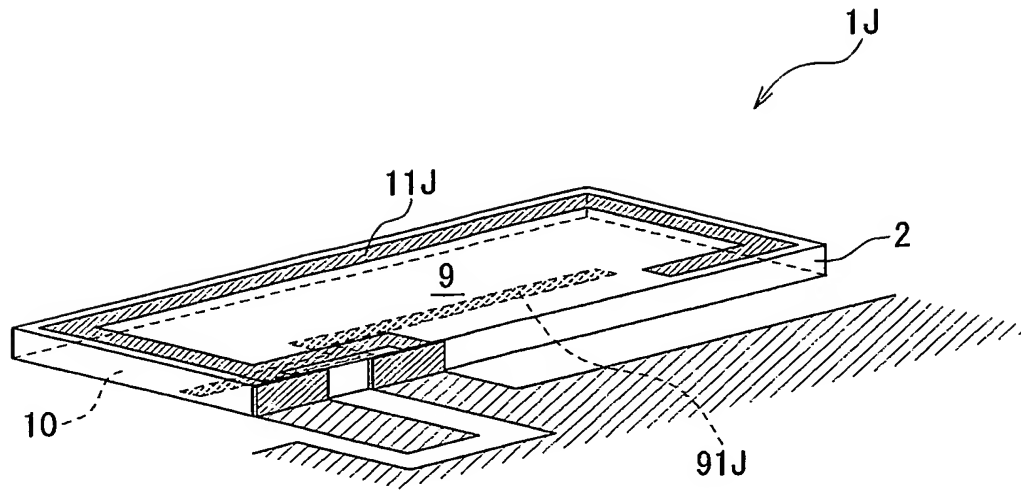


第 19 図

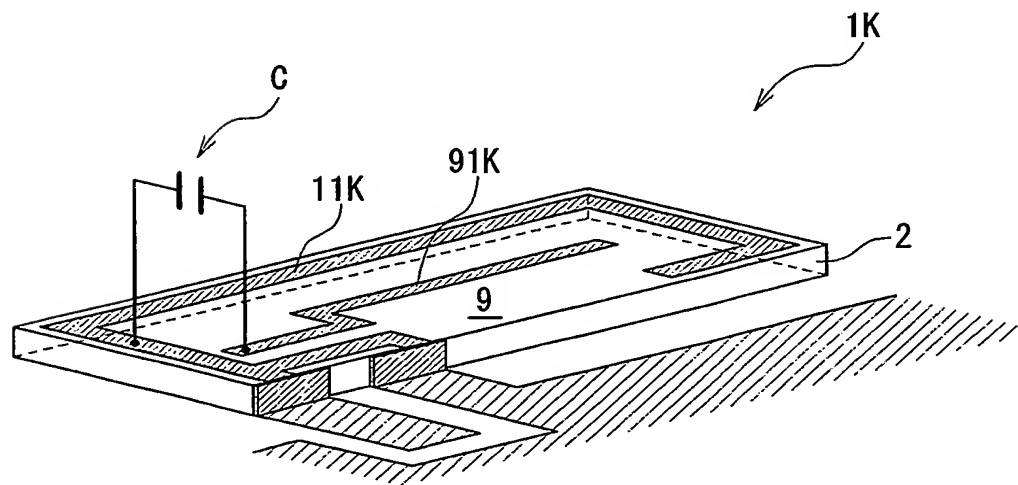


17/36

## 第 20 図

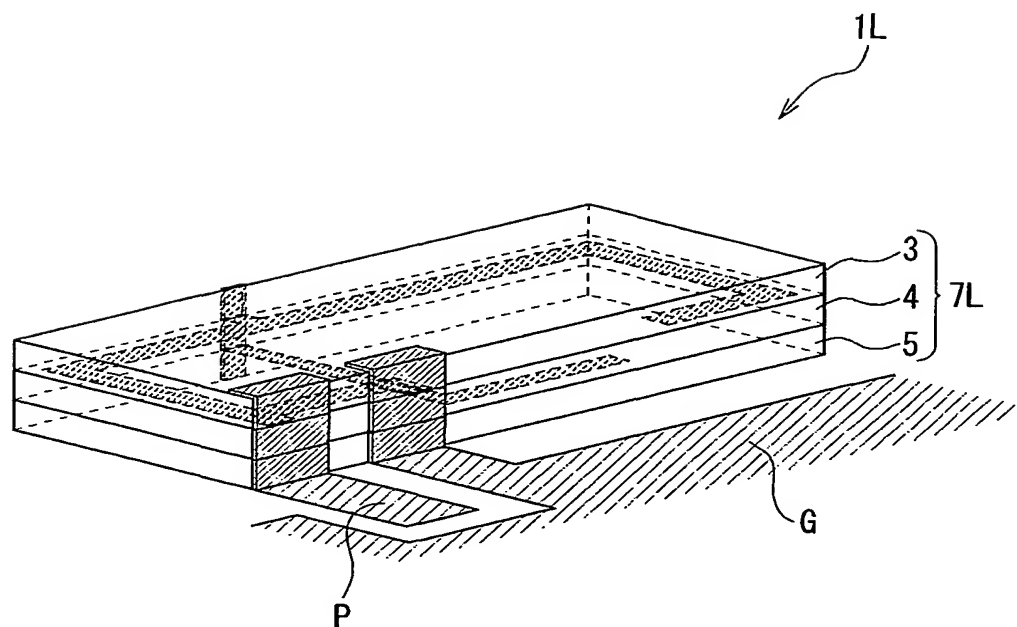


## 第 21 図

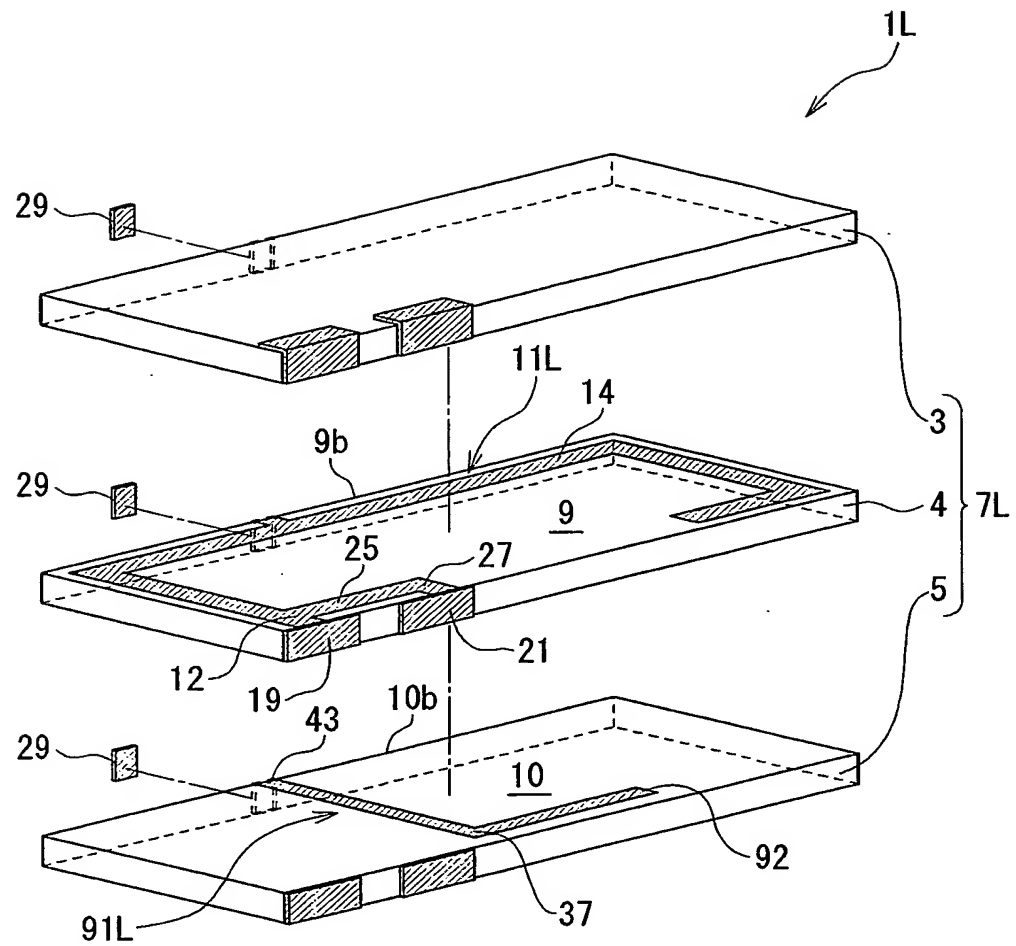




## 第 22 図

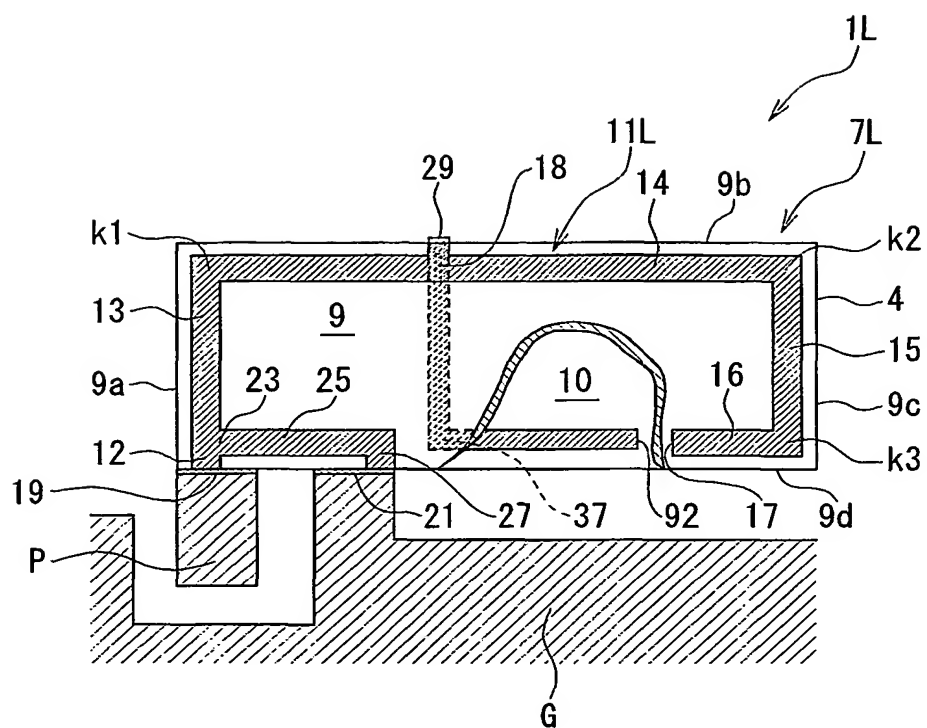


## 第 23 図



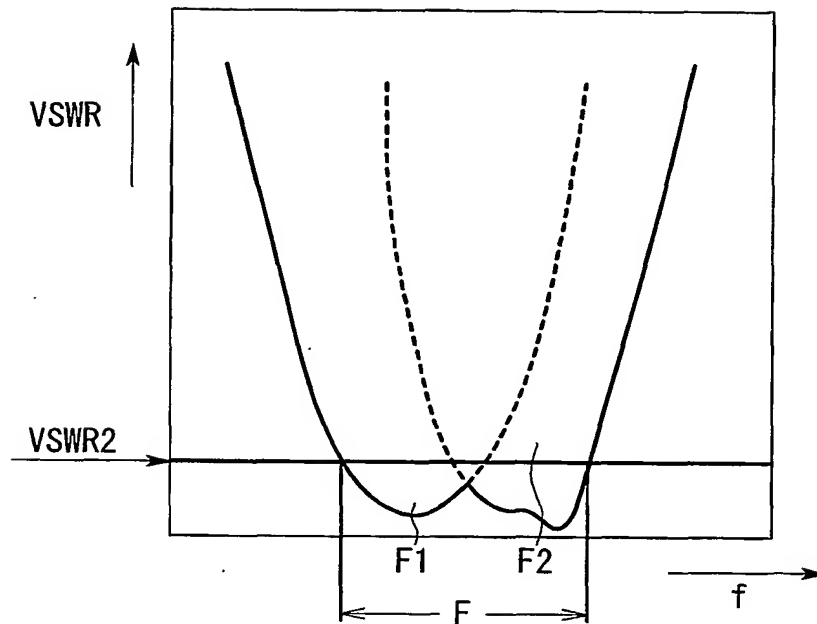
20/36

第 24 図

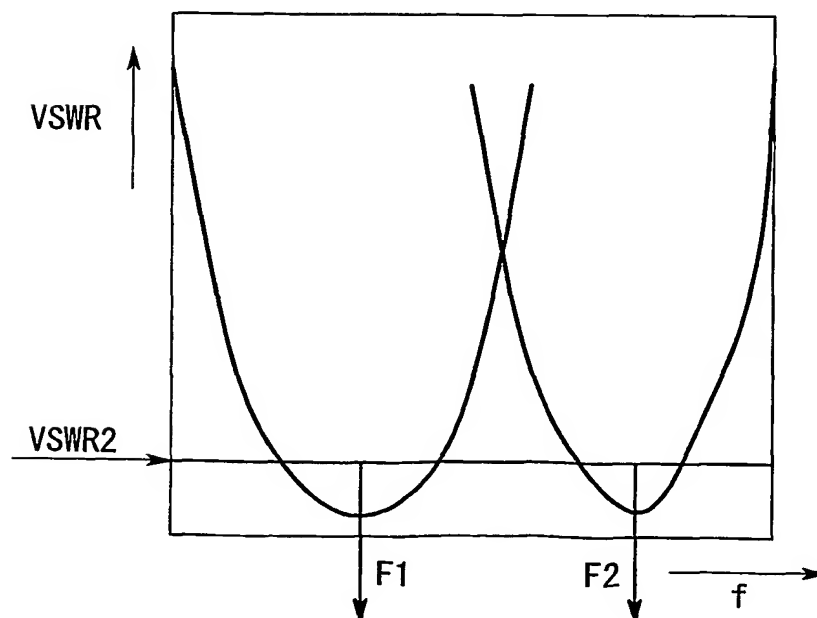


## 第 25 図

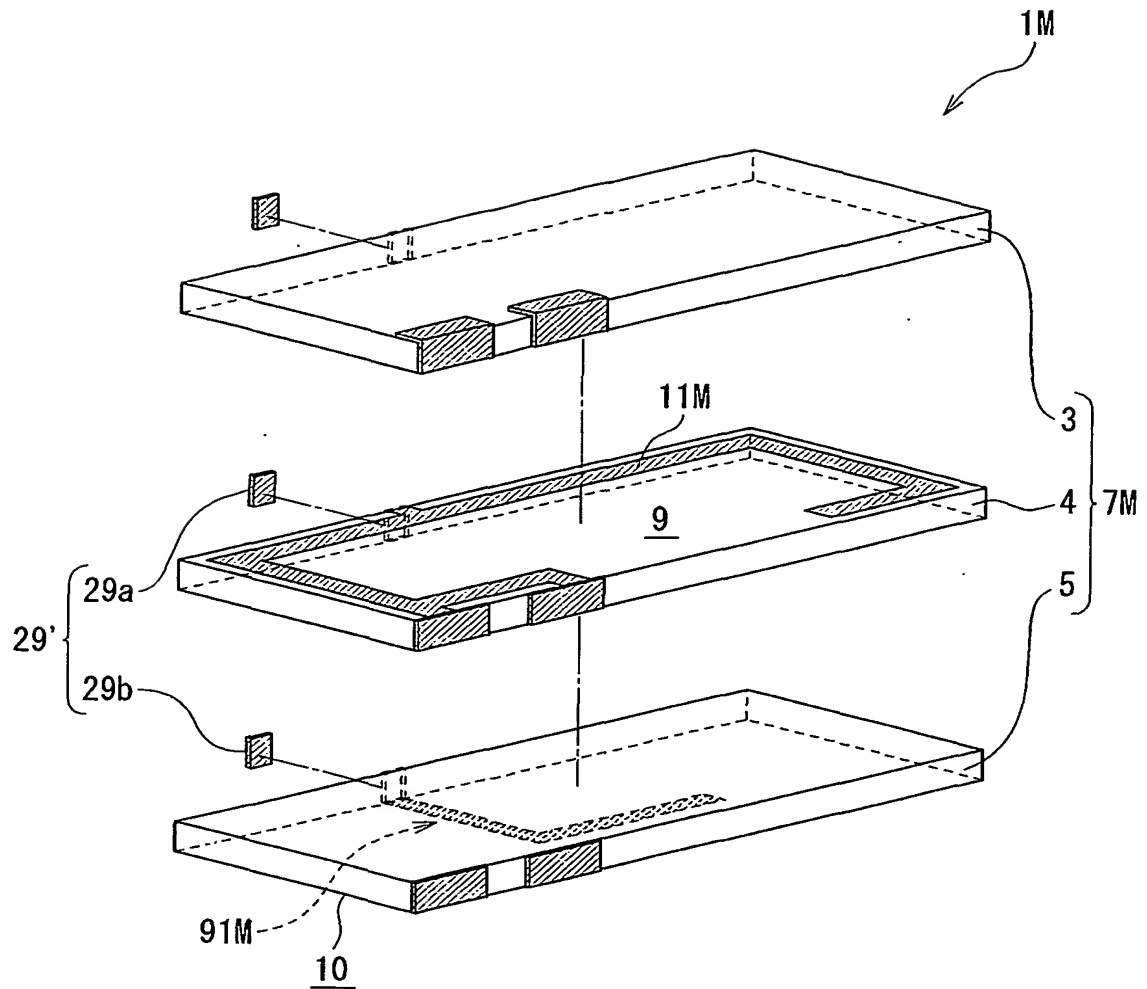
(a)



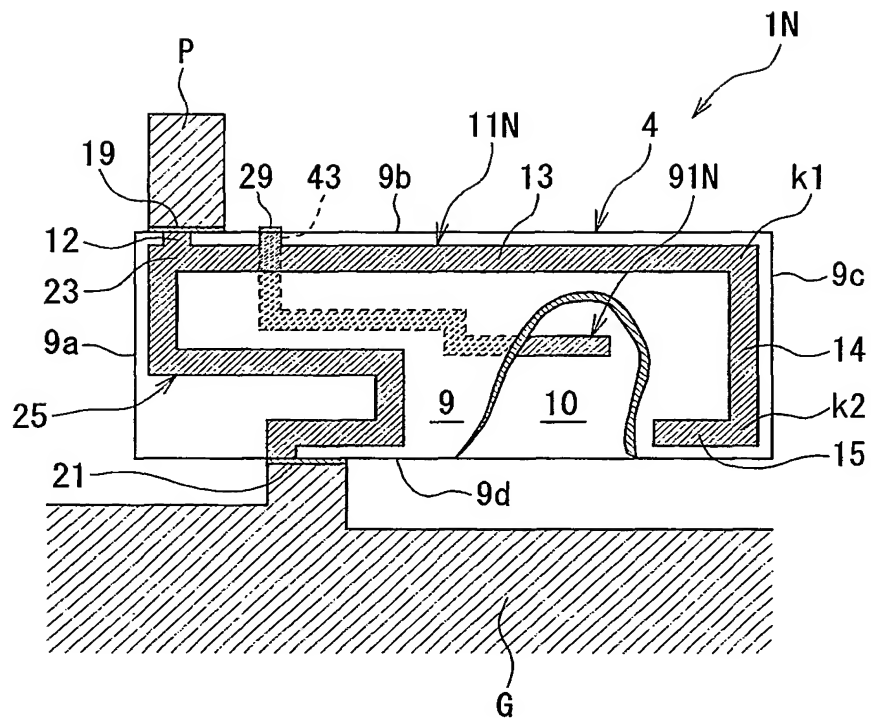
(b)



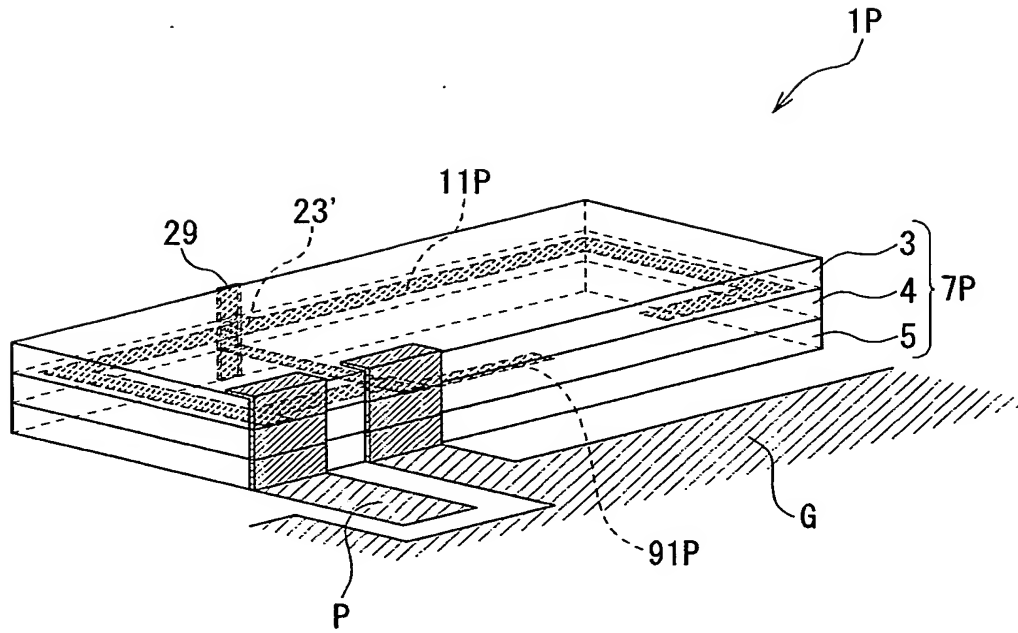
第 26 図



## 第 27 図

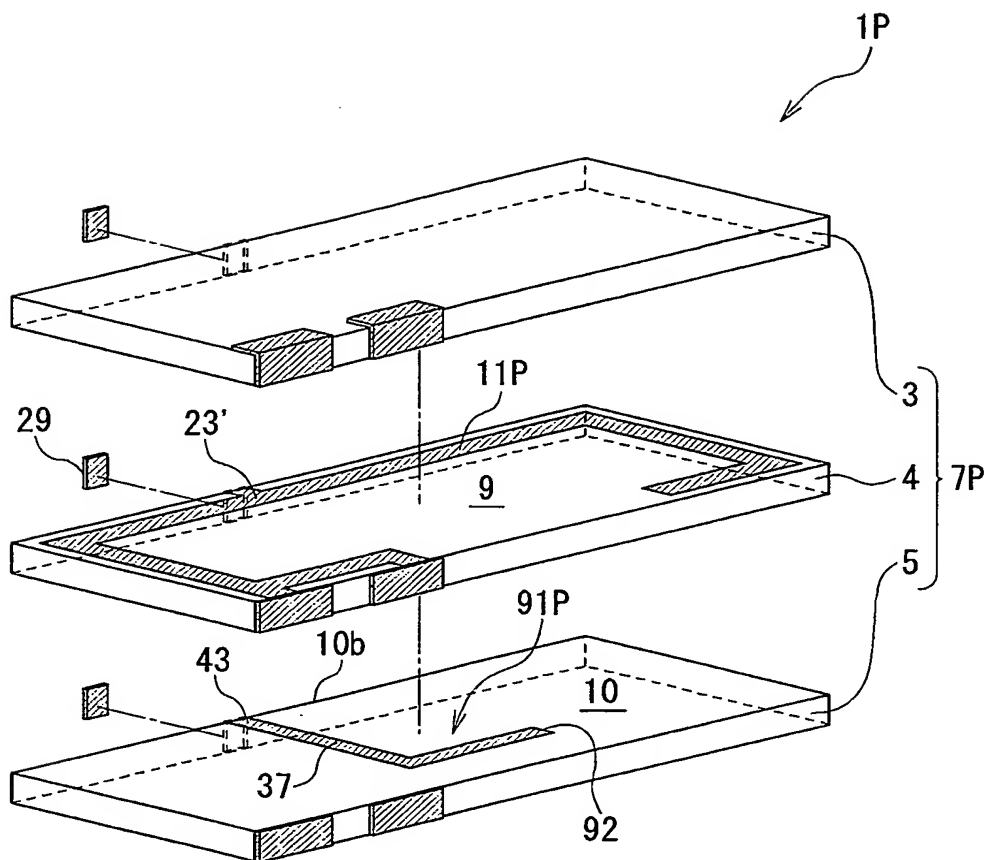


第 28 図



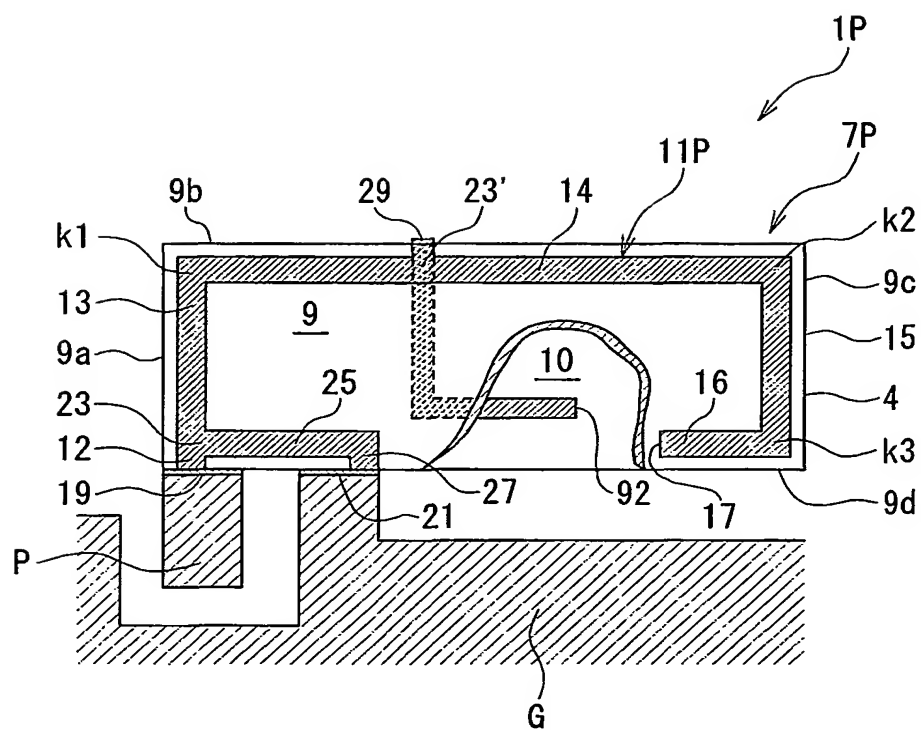
25/36

## 第 29 図



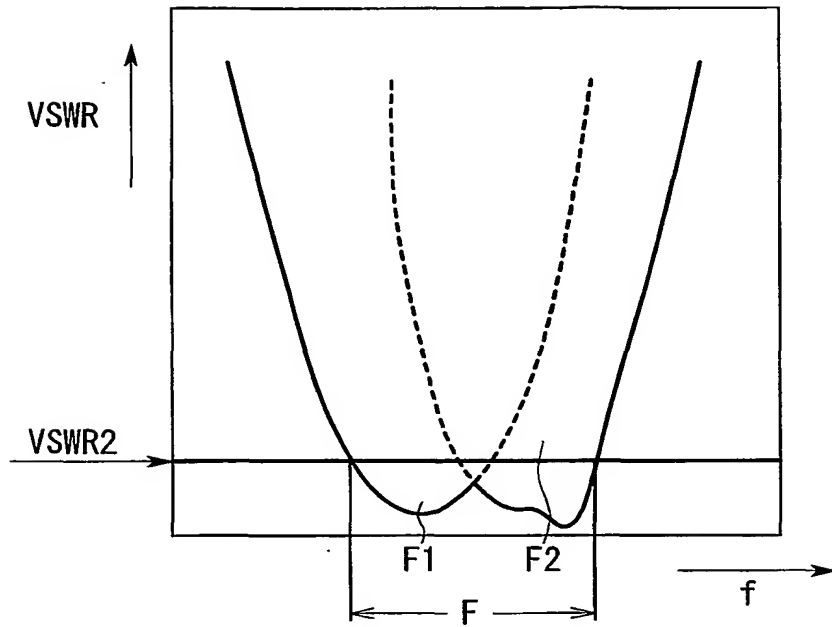


## 第 30 図

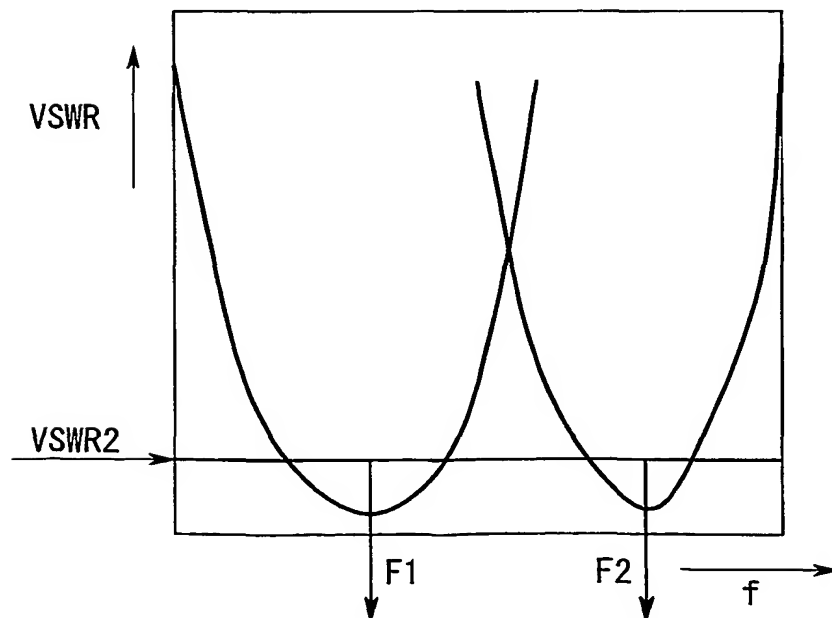


## 第 31 図

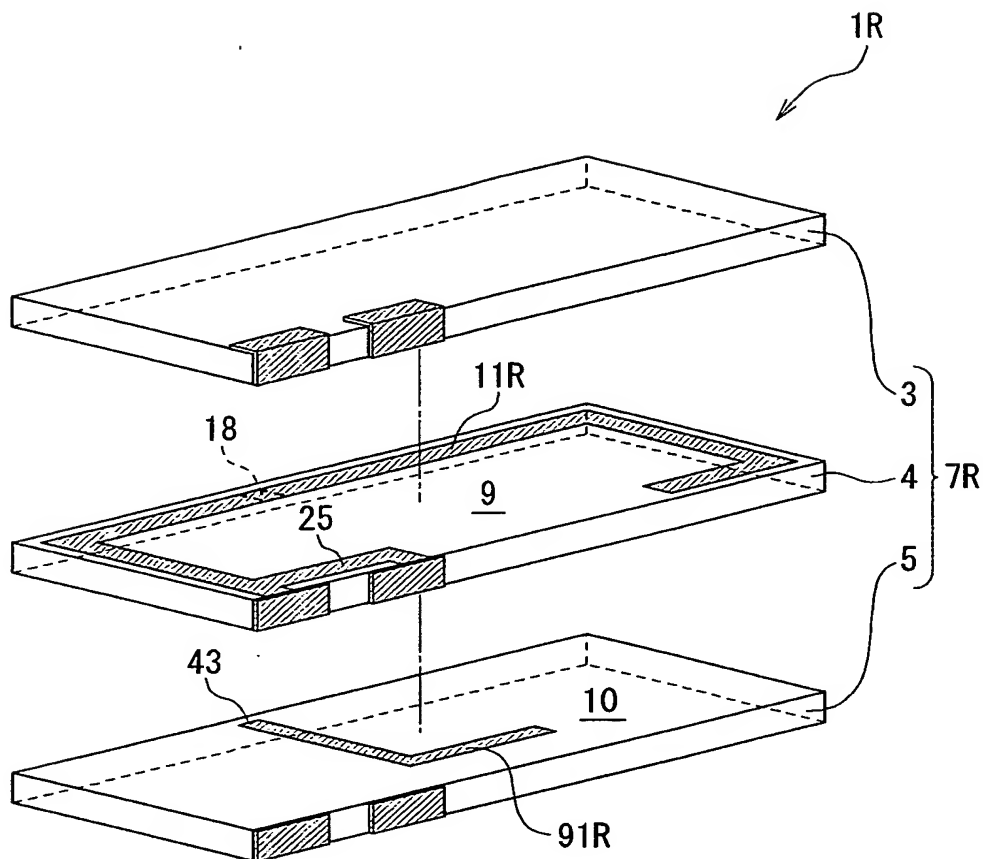
(a)



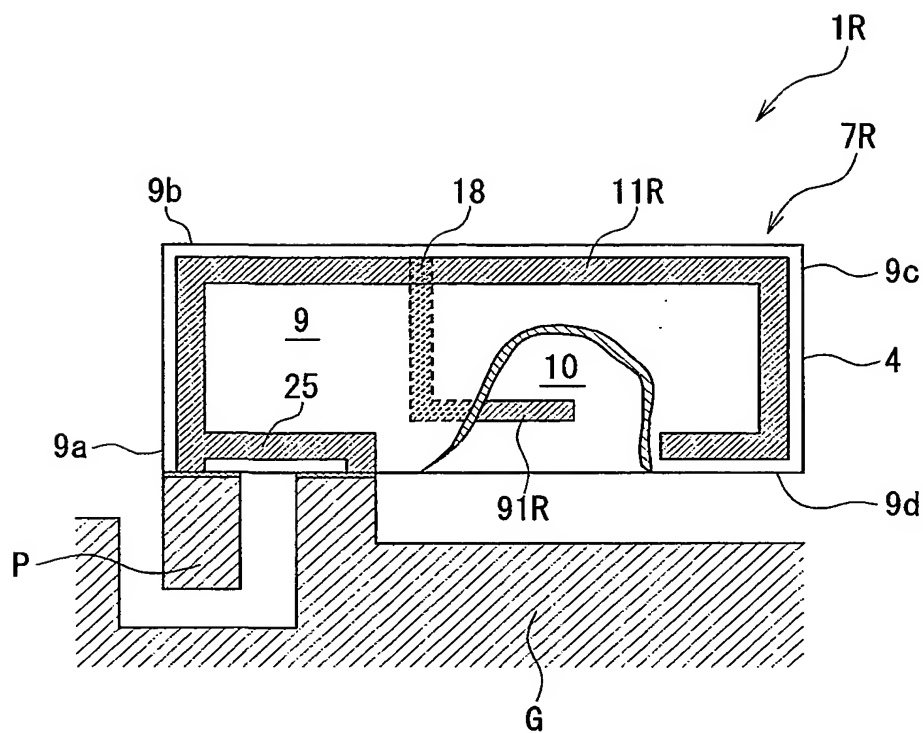
(b)



第 32 図

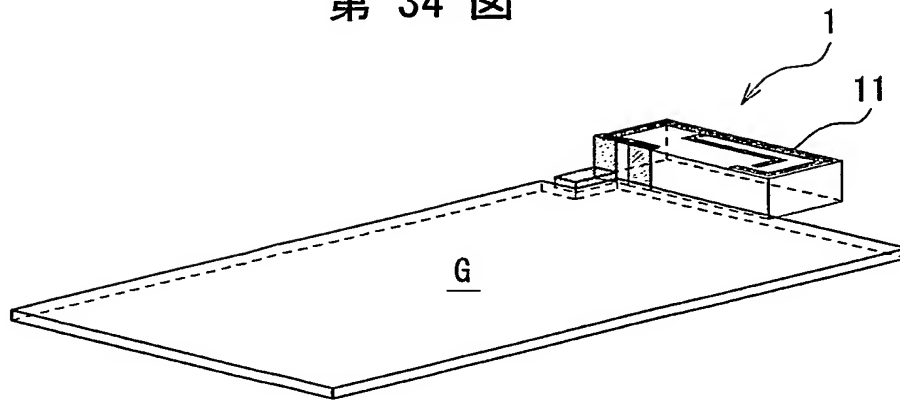


## 第 33 図

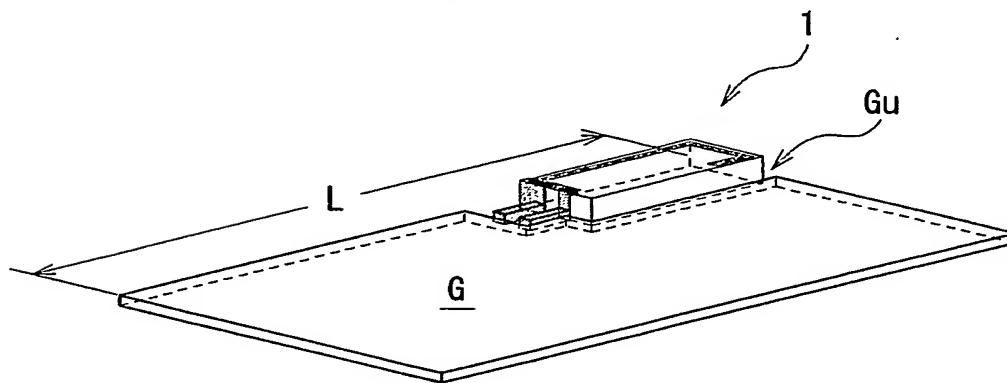


30/36

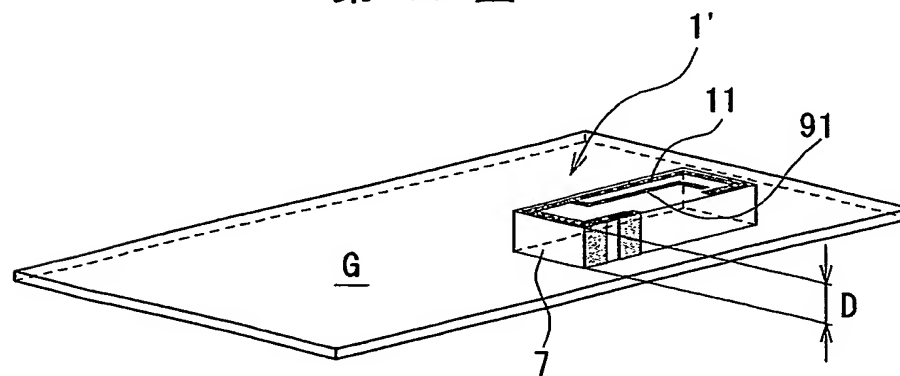
第 34 図



第 35 図

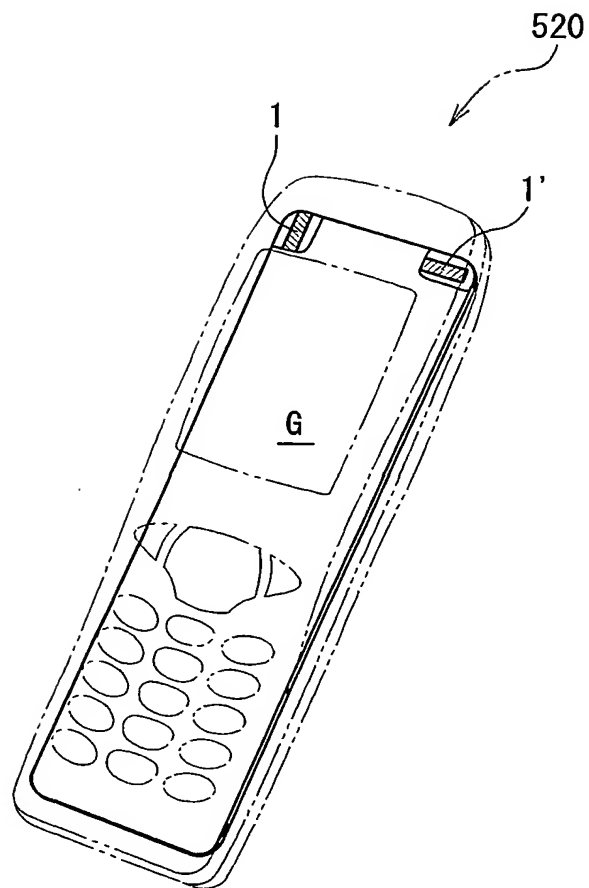


第 36 図



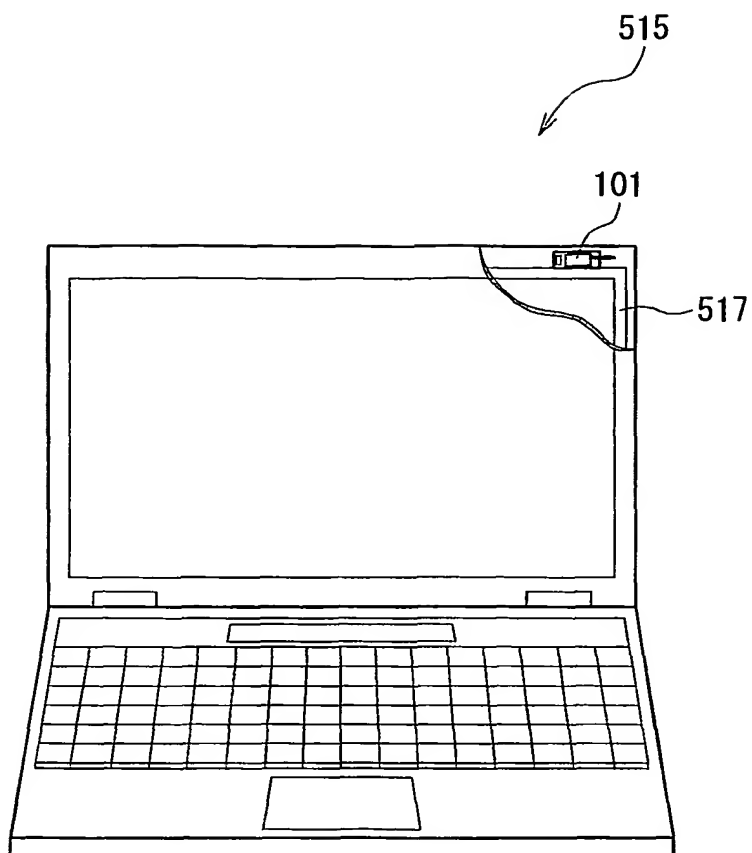
31/36

第 37 図

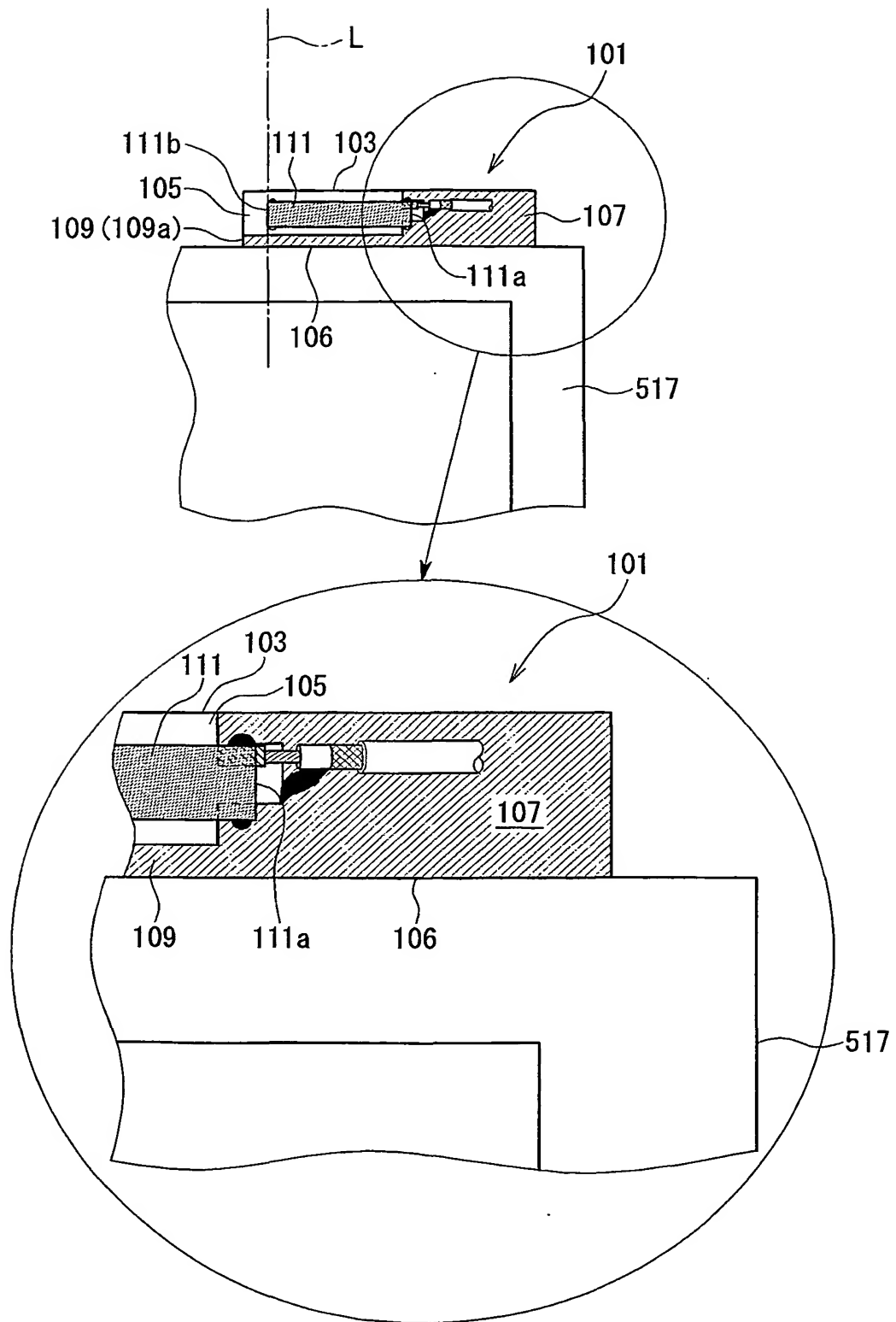


32/36

第 38 図



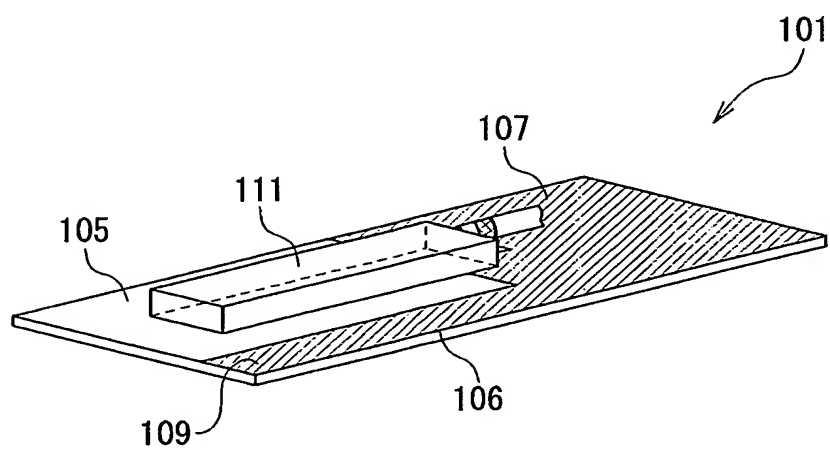
## 第 39 図





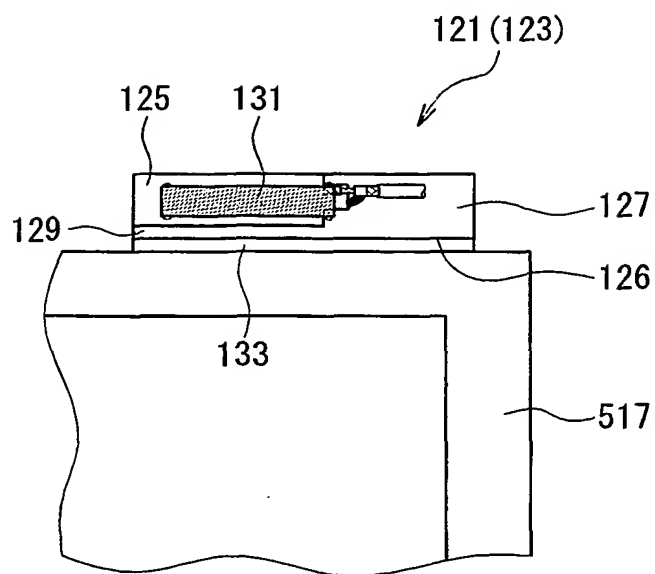
34/36

## 第 40 図



35/36

## 第 41 図



## 第 42 図

